VISIT…

LANZAROTE
Caliente.COM

СПРАВОЧНИК ПРОЕКТИРОВЩИКА

ВНУТРЕННИЕ САНИТАРНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА

В ДВУХ ЧАСТЯХ

ПОД РЕДАКЦИЕЙ КАНД. ТЕХН. НАУК И. Г. СТАРОВЕРОВА

Издание третье, переработанное и дополненное

Часть I

ОТОПЛЕНИЕ, ВОДОПРОВОД, КАНАЛИЗАЦИЯ



МОСКВА
СТРОЙИЗДАТ
1975

УДК 696/697.001.2(031)

Рекомендовано к переизданию Главпромстройпроектом Госстроя СССР
16 февраля 1972 г.

Авторы: доктора техн. наук профессора В. Н. Богословский, |С. Ф. Копьев|; кандидаты техн. наук Л. И. Друскин, А. Г. Егиазаров, А. Н. Сканави, И. Г. Староверов, Б. М. Хлыбов, В. Н. Цветков, И. С. Шаповалов, В. П. Щеглов; инженеры Н. И. Березина, Н. А. Меринов, Л. М. Михайлов, Л. Ф. Моор, А. К. Пахомова, М. Ф. Филиппов, М. М. Ястребов.

Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. В 2-х ч. Под. ред. И. Г. Староверова. Изд. 3-е, перераб. и доп. Ч. I. Отопление, водопровод, канализация. М., Стройиздат, 1975. 429 с. Авт.: В. Н. Богословский, |С. Ф. Копьев|, Л. И. Друскин и др.

В справочнике приведены основные сведения по расчету теплового режима помещений, выбору, конструированию и расчету систем отопления зданий и сооружений.

Рассмотрено устройство и приведен расчет систем горячего водоснабжения. Даны основные схемы присоединения потребителей к тепловым сетям, а также расчет и выбор оборудования для тепловых вводов.

Приведены сведения по устройству, расчету и проектированию внутренних систем водоснабжения, канализации и газоснабжения жилых, общественных и промышленных зданий и сооружений.

Даны приложения для подбора отопительного и санитарно-технического оборудования. Изд. 2-е вышло в 1967 г.

Справочник предназначен для инженерно-технических работников проектных организаций.

Табл. 353, рис. 282.

С $\frac{30210-470}{047(01)-75}$ 290—75

© Стройиздат, 1975

Стр.

ловие 6

Раздел I

Общая часть

а 1. **Некоторые физические величины** 7

Раздел II

Тепловой режим здания

а 2. **Внутренние и наружные климатические условия** 11

Метеорологические условия в помещениях 11
Расчетные характеристики наружного климата для холодного периода года 12

а 3. **Теплопередача через ограждения** 13
Стационарная теплопередача 13
Нестационарная теплопередача 15
Теплопередача через элементы ограждений с двухмерными температурными полями 19

а 4. **Воздухопроницаемость строительных материалов и конструкций** 21

а 5. **Влагопередача и влажностный режим ограждений** 21

а 6. **Защитные свойства наружных ограждений. Общая последовательность расчета** 23

а 7. **Теплозащитные свойства ограждений** . . . 23

. Требуемое (минимально допустимое) сопротивление теплопередаче 23
. Оптимальное (по технико-экономическим показателям) сопротивление теплопередаче ограждения 25
. Теплозащита световых проемов и дверей 25
. Требуемая теплоустойчивость ограждений 25
. Требуемая теплоустойчивость полов 26

ва 8. **Воздухо-влагозащитные свойства ограждений** 26

.1. Требуемые воздухозащитные свойства 26
.2. Требуемые влагозащитные свойства 27

ава 9. **Инфильтрация наружного воздуха через ограждения** 27

9.1. Инфильтрация наружного воздуха в промышленных зданиях 27
9.2. Инфильтрация наружного воздуха в гражданских зданиях 28

Раздел III

Отопление

лава 10. **Классификация систем отопления и область их применения** 30

10.1. Основные виды систем отопления 30
10.2. Область применения систем отопления 30

лава 11. **Расчетная теплопроизводительность системы отопления здания** 33

11.1. Тепловой баланс помещения 33
11.2. Расчетная теплопроизводительность системы отопления здания 40
11.3. Расход тепла на отопление по укрупненным измерителям 41

Глава 12. **Отопительные приборы** 41

12.1. Виды отопительных приборов 41
12.2. Теплопередача отопительных приборов 41
12.3. Выбор и размещение отопительных приборов . . 55
12.4. Расчет площади нагревательной поверхности отопительного прибора 55
12.5. Определение площади нагревательной поверхности отопительного прибора по номограмме . . . 56
12.6. Определение размера и числа приборов 66
12.7. Регулирование теплопередачи отопительного прибора 67
12.8. Установка отопительных приборов 67
12.9. Примеры расчета площади нагревательной поверхности отопительных приборов 68

Стр.

Глава 13. **Водяное отопление** 69

13.1. Общие сведения 69
13.2. Классификация систем 70
13.3. Этапы проектирования системы 72
13.4. Выбор системы 72
13.5. Конструирование системы 73
13.6. Гидравлический расчет систем отопления . . . 78
13.7. Гидравлический расчет вертикальной однотрубной тупиковой системы 83
13.8. Гидравлический расчет двухтрубной системы . . 92
13.9. Гидравлический расчет горизонтальной однотрубной системы 96
13.10 Гидравлический расчет гравитационной систе... 99

Глава 14. **Паровое отопление низкого и высокого давления** 102

14.1. Классификация схем систем парового отопления 103
14.2. Указания по выбору схем систем парового отопления 103
14.3. Указания по выбору способов возврата конденсата 103
14.4. Конструктивные указания 104
14.5. Применение арматуры 104
14.6. Расчет паропроводов 104
14.7. Расчет конденсатопроводов 110
14.8. Указания по выбору и расчету оборудования . . 114

Глава 15. **Воздушное отопление** 118

15.1. Общие сведения 118
15.2. Расчет систем воздушного отопления 118
15.3. Примеры расчета воздушного отопления 121

Глава 16. **Панельно-лучистое отопление** 121

16.1. Общие сведения . . . . 12[illegible]
16.2. Подбор отопительных панелей . . . . 12[illegible]
16.3. Тепловой расчет 124

Глава 17. **Электрическое отопление** 135

17.1. Классификация систем 135
17.2. Область применения 135
17.3. Инфракрасное электроотопление 135
17.4. Лучисто-конвективное электроотопление 141
17.5. Электровоздушное отопление 141

Глава 18. **Особенности отопления сельскохозяйственных зданий и сооружений** 143

18.1. Животноводческие помещения 143
18.2. Птицеводческие помещения 146
18.3. Культивационные сооружения для круглогодичного выращивания овощей 148

Глава 19. **Печное отопление** . . . . 15[illegible]

19.1. Классификация печей 151
19.2. Краткие сведения о рекомендуемых печах . . . 152
19.3. Проектирование и расчет 153
19.4. Основания под печи и дымовые каналы 168
19.5. Противопожарные мероприятия 170

Раздел IV

Горячее водоснабжение

Глава 20. **Внутренние системы горячего водоснабжения** 172

20.1. Классификация систем 172
20.2. Требования, предъявляемые к воде 173
20.3. Температуры и нормы расхода горячей воды . . 173
20.4. Определение расчетных расходов горячей воды и тепла 174
20.5. Расчет аккумуляторов и подогревателей горячей воды 176
20.6. Определение диаметров подающих труб 181
20.7. Определение диаметров циркуляционных труб . . 182
20.8. Конструктивные указания 184

Раздел V

Тепловые вводы

Глава 21. **Присоединение жилых зданий, а также общественных и коммунальных потребителей тепла к водяным тепловым сетям** 186

21.1. Системы теплоснабжения 186

Стр.

… урный график водяных теп[illegible]вых сетей 187
… Пьезоме[illegible]ический график тепловых сетей . . . 187
2[illegible] Присоединение систем отопления 187
21[illegible] Присоединение систем горячего водоснабжения 189

Глава 22. Присоединение промышленных предприятий к водяным тепловым сетям и паропроводам 191

22.1. Основные положения по выбору схем присоединения 191
22.2. Сбор и возврат конденсата 192

Глава 23. Контрольно-измерительные приборы и автоматика 192

Глава 24. Расчет и выбор оборудования для тепловых вводов 193

24.1. Элеваторы 193
24.2. Скоростные водоводяные подогреватели 195
24.3. Скоростные пароводяные подогреватели 200

Раздел VI

Водопровод

Глава 25. Общие сведения 202

25.1. Основы проектирования внутренних систем водопровода 202
25.2. Источники и качество воды 202

Глава 26. Системы и схемы водопровода 203

26.1. Характеристика систем водопровода различных зданий и сооружений 203
26.2. Противопожарные системы водопровода 210

Глава 27. Нормативные данные 214

27.1. Нормы водопотребления. Коэффициенты неравномерности и расходы воды 214
27.2. Свободные напоры 217

Глава 28. Водопроводные сети 218

28.1. Особенности прокладки сетей 218
28.2. Изоляция трубопроводов 219
28.3. Вводы 220
28.4. Материал трубопроводов сетей внутреннего водопровода 223
28.5. Защита трубопроводов от коррозии 224
28.6. Водопроводная арматура и оборудование . . . 225
28.7. Раздача питьевой воды 228
28.8. Регулирование давления в системах внутреннего водопровода зданий 228

Глава 29. Счетчики расхода воды (водомеры) . . . 231

29.1. Размещение счетчиков 231
29.2. Выбор и расчет счетчиков 232
29.3. Схемы и конструкции счетчиков расхода воды 238

Глава 30. Гидравлический расчет водопроводных сетей 233

30.1. Методика расчета 233
30.2. Расчетные формулы 233
30.3. Определение диаметров трубопроводов 236
30.4. Потери напора и удельные сопротивления в трубопроводах 237
30.5. Требуемый напор в наружной водопроводной сети 237

Глава 31. Насосы и насосные установки 238

31.1. Типы насосов 238
31.2. Основные технические данные и конструктивные особенности насосов 238
31.3. Расположение насосных установок 238
31.4. Пневматические насосные установки 241

Глава 32. Водонапорные баки и резервуары 243

32.1. Назначение водонапорных баков и резервуаров 243
32.2. Расчет водонапорных баков и резервуаров . . . 243
32.3. Оборудование водонапорных баков 244

Глава 33. Строительство водопровода в особых природных условиях 245

33.1. Строительство водопровода в сейсмических районах, на подрабатываемых территориях и в районах набухающих грунтов 246
33.2. Строительство водопровода на просадочных грунтах 247
33.3. Строительство водопровода в северной строительно-климатической зоне 248

Стр.

Раздел VII

Канализация

Глава 34. Общие сведения 251

34.1. Основные требования санитарных норм технологии и благоустройства 251
34.2. Объемно-планировочные требования 251

Глава 35. Системы и схемы канализации . . . . . 25[illegible]

35.1. Классификация и характеристика систем канализации . . . . 25[illegible]
35.2. [illegible] канализации зданий различного назначения 25[illegible]
35.3. Нормы водоотведения, коэффициенты неравномерности и расходы сточных вод . . . . 25[illegible]

Глава 36. Приемники сточных вод . . . . 26[illegible]

36.1. Назначение приемников . . . . 26[illegible]
36.2. Оборудование по технике безопасности отдельных производств . . . . 26[illegible]

Глава 37. Канализационные сети . . . . 26[illegible]

37.1. Трубопроводы и лотки . . . . 26[illegible]
37.2. Места и особенности прокладки сетей канализации 2[illegible]
37.3. Стояки . . . . 2[illegible]
37.4. Ревизии и прочистки . . . . 2[illegible]
37.5. Выпуски канализации . . . . 2[illegible]

Глава 38. Гидравлический расчет трубопроводов . . . 2[illegible]

38.1. Расчетные формулы . . . . 2[illegible]
38.2. Уклоны и наполнения трубопроводов . . . . . 2[illegible]
38.3. Диаметры стояков и отводных линий . . . . . 2[illegible]

Глава 39. Насосные установки . . . . [illegible]

39.1. Характеристика установок . . . . [illegible]
39.2. Места расположения резервуаров и насосов . . [illegible]
39.3. Пневматическая эжекторная установка . . . . [illegible]

Глава 40. Местные установки для очистки сточных вод и другие специальные устройства . . .

40.1. Назначение установок . . . .
40.2. Классификация установок и сооружений . . . .

Глава 41. Водостоки зданий . . . .

41.1. Назначение и схемы водостоков зданий . . . .
41.2. Размещение воронок . . . .
41.3. Расчет водостоков . . . .
41.4. Сети водостоков . . . .

Глава 42. Сети канализации при строительстве зданий в особых природных условиях . . . . . .

42.1. Сети канализации при строительстве в сейсмических районах, на подрабатываемых территориях и в районах набухающих грунтов . . . .
42.2. Сети канализации при строительстве на просадочных грунтах . . . .
42.3. Сети канализации при строительстве в северной строительно-климатической зоне . . . .

Раздел VIII

Газоснабжение

Глава 43. Общие сведения . . . .

43.1. Общие положения . . . .
43.2. Классификация газопроводов, выбор давления газа перед приборами и расчетные перепады давлений в газовых сетях . . . .
43.3. Гидравлический расчет газопроводов. . . . .
43.4. Трубы и арматура . . . .
43.5. Устройство внутренних газопроводов . . . . .
43.6. Отвод продуктов сгорания . . . .

Глава 44. Газоснабжение жилых и общественных зданий . . . .

44.1. Бытовые газовые приборы . . . .
44.2. Требования к помещениям, в которых устанавливают газовые приборы . . . .
44.3. Размещение газовых приборов . . . .
44.4. Особенности устройства внутренних газопроводов в жилых и общественных зданиях и на коммунально-бытовых предприятиях . . . .

Глава 45. Газоснабжение промышленных предприятий

45.1. Основные требования, предъявляемые к газифицируемым цехам и газопотребляющим агрегатам промышленных предприятий . . . .

Стр.

45.2. Особенности устройства внутренних газопроводов промышленных зданий 298

Раздел IX

Расчетные таблицы

Глава 46. Таблицы для гидравлического расчета систем отопления 300

Глава 47. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных сетей 345

Глава 48. Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей 350

Приложения

Материалы и санитарно-техническое оборудование . . . 351

1. Трубы и соединительные части к ним 351

Приложение I. Трубы стальные и соединительные части к ним 351

Приложение II. Трубы чугунные напорные раструбные 358

Приложение III. Трубы чугунные канализационные и фасонные части к ним по ГОСТ 6942.0—69 — ГОСТ 6942.30—69 358

Приложение IV. Трубы неметаллические 364

2. Арматура 367

Приложение V. Краны 367

Приложение VI. Воздухоотводчики автоматические и краны для спуска воздуха 371

Приложение VII. Вентили запорные 371

Приложение VIII. Задвижки 375

Приложение IX. Клапаны 377

Приложение X. Клапаны обратные 379

Приложение XI. Конденсатоотводчики 380

Приложение XII. Арматура 384

3. Оборудование систем водяного и парового отопления 394

Приложение XIII. Отопительные агрегаты 394

Приложение XIV. Панели отопительные 396

Приложение XV. Подогреватели пароводяные емкостные и водоводяные скоростные секционные 398

Приложение XVI. Элеваторы водоструйные 400

4. Оборудование систем электрического отопления . . 401

Приложение XVII. Нагревательные приборы систем электрического отопления 401

5. Оборудование систем горячего водоснабжения и газоснабжения 403

Приложение XVIII. Водонагреватели местные для горячего водоснабжения 403

Приложение XIX. Плиты газовые 404

6. Оборудование систем водоснабжения и канализации 405

Приложение XX. Санитарно-технические приборы . . . 405

Приложение XXI. Установка санитарно-технических приборов 411

7. Оборудование общего назначения 419

Приложение XXII. Насосы 419

ПРЕДИСЛОВИЕ

При подготовке настоящего издания справочника почти все его основные разделы подверглись коренной переработке с учетом последних теоретических исследований и новых нормативных данных. В справочник внесены уточнения и дополнения в соответствии с Санитарными нормами СН 245-71, новой редакцией глав СНиП II-Г.1-70, СНиП II-А.7-71, СНиП II-А.6-72 и др.

В разделе «Тепловой режим здания» рассмотрены методы расчета и инженерные средства обеспечения заданного теплового и воздушного режимов зданий различного назначения. Использованы результаты современных исследований по теплообмену в помещении, теплопередаче через ограждения и в элементах систем отопления; по нестационарному тепловому режиму в ограждениях, помещении, элементах систем; по выбору расчетных наружных климатических характеристик, защитных ограждений и тепловой мощности систем. Даны методы расчета воздухопроницаемости и влажностного режима ограждений, необходимые для выбора конструктивных элементов здания и производительности систем отопления.

В главе «Отопительные приборы» систематизированы типы выпускаемых приборов, схемы их присоединения к трубам и формулы для расчета плотности теплового потока. Дана единая аналитическая методика расчета площади нагревательной поверхности всех современных отопительных приборов и приведены разработанные авторами главы обобщенные номограммы для ее определения.

В главе «Водяное отопление» изложен новый материал по динамике гидравлического давления в системе, присоединенной к наружным теплопроводам. Приведены способы гидравлического расчета систем с постоянным и переменным перепадом температуры воды в стояках. Для широко распространенной вертикальной однотрубной тупиковой системы дана новая методика гидравлического расчета, разработанная авторами главы и проверенная в проектной практике института Моспроект-1. Для двухтрубной системы приведено построение контрольного графика изменения циркуляционного давления в магистралях.

Глава «Воздушное отопление» переработана с учетом обеспечения устойчивой циркуляции перегретого воздуха в помещении, нормируемых величин скоростей воздуха в рабочей зоне при взаимодействии приточных струй в условиях стеснения. В применяемые при расчете распределения воздуха в помещении формулы введены скоростные и температурные коэффициенты приточных воздухораспределительных устройств.

В разделе «Тепловые вводы» особое внимание уделено новым двухступенчатым схемам присоединения, обеспечивающим значительное снижение значений расчетных расходов воды в тепловой сети. В главе «Контрольно-измерительные приборы и автоматика» дополнительно рассмотрены вопросы автоматики.

Разделы «Водопровод» и «Канализация» также переработаны с учетом последних исследований и нормативных документов.

Из книги исключена глава «Газовое отопление», поскольку системы газоводяного и газовоздушного отопления по своему устройству в принципе не отличаются от обычных систем местного и воздушного отопления. Что же касается инфракрасного газового отопления, то в соответствии с СН 245-71 оно может быть применено только при условии полного удаления продуктов сгорания наружу (минуя помещение). Отсутствие газовых горелок заводского изготовления, отвечающих этим требованиям, а также отсутствие методики расчета подобного рода систем не дают возможности привести в настоящем издании справочника соответствующие данные [1].

Приложения скорректированы в соответствии с действующими ГОСТами и нормалями по состоянию на 1/I 1974 г.

Отдельные главы справочника составлены следующими авторами: глава 1 — инж. Н. И. Березиной; главы 2—9 — д-ром техн. наук В. Н. Богословским; главы 10 и 11 — канд. техн. наук В. П. Щегловым; главы 12 и 13 — канд. техн. наук А. Н. Сканави и инж. Л. М. Михайловым; глава 14 — инж. Н. И. Березиной; глава 15 — инж. Л. Ф. Моором; глава 16 — канд. техн. наук И. С. Шаповаловым; глава 17 — канд. техн. наук В. Н. Цветковым и инж. Н. И. Березиной; глава 18 — канд. техн. наук А. Г. Егиазаровым; глава 19 — инж. Н. А. Мериновым; глава 20 — д-ром техн. наук С. Ф. Копьевым и канд. техн. наук Б. М. Хлыбовым; главы 21—24 — инж. М. Ф. Филипповым; главы 25—42 — инж. А. К. Пахомовой; главы 43—45 — канд. техн. наук Л. И. Друскиным; главы 46—48 — инженерами Н. И. Березиной, А. К. Пахомовой и М. М. Ястребовым. Приложения составлены кандидатами техн. наук И. Г. Староверовым, И. С. Шаповаловым, Л. И. Друскиным и инженерами А. К. Пахомовой и М. Ф. Филипповым.

---

[1] При отсутствии людей в помещениях и при целесообразности устройства в них инфракрасного отопления для его проектирования могут быть использованы материалы, приведенные во «Временных указаниях по расчету, проектированию и устройству систем газового инфракрасного отопления». М., 1970.

Раздел I. ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Глава 1. НЕКОТОРЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ТАБЛИЦА 1.1

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВЛАЖНОГО ВОЗДУХА ПРИ ДАВЛЕНИИ 760 мм рт. ст.

Температура t, °С	Параметры 1 м³ сухого воздуха			Упругость водяного пара, полностью насыщающего воздух, мм рт. ст.	Содержание, г, водяного пара, полностью насыщающего воздух		
	масса, кг	объем, м³: при t °С (исходная температура 0 °С), $1+\alpha t$	объем, м³: при 0 °С (исходная температура t °С), $(1+\alpha t)^{-1}$		в 1 м³ влажного воздуха	в 1 кг влажного воздуха	на 1 кг сухой части влажного воздуха
—20	1,396	0,927	1,079	0,927	1,1	0,8	0,77
—19	1,39	0,93	1,075	1,015	1,2	0,85	0,86
—18	1,385	0,934	1,071	1,116	1,3	0,92	0,93
—17	1,379	0,938	1,066	1,207	1,4	1,03	1,04
—16	1,374	0,941	1,062	1,308	1,5	1,1	1,11
—15	1,368	0,945	1,058	1,4	1,6	1,19	1,2
—14	1,363	0,949	1,054	1,549	1,7	1,29	1,3
—13	1,358	0,952	1,05	1,68	1,9	1,39	1,4
—12	1,353	0,956	1,046	1,831	2	1,49	1,5
—11	1,348	0,959	1,042	1,985	2,2	1,64	1,65
—10	1,342	0,963	1,038	2,14	2,3	1,78	1,79
—9	1,337	0,967	1,034	2,267	2,5	1,91	1,93
—8	1,332	0,971	1,03	2,455	2,7	2,06	2,08
—7	1,327	0,974	1,026	2,658	2,9	2,23	2,25
—6	1,322	0,978	1,023	2,876	3,1	2,38	2,4
—5	1,317	0,982	1,019	3,16	3,4	2,58	2,6
—4	1,312	0,985	1,015	3,368	3,6	2,78	2,8
—3	1,308	0,989	1,011	3,644	3,9	3,09	3,1
—2	1,303	0,993	1,007	3,941	4,2	3,28	3,29
—1	1,298	0,996	1,004	4,263	4,5	3,57	3,58
0	1,293	1	1	4,58	4,9	3,78	3,8
1	1,288	1,004	0,996	4,94	5,2	4,07	4,15
2	1,284	1,007	0,993	5,302	5,6	4,4	4,48
3	1,279	1,011	0,989	5,687	6	4,71	4,77
4	1,275	1,015	0,986	6,097	6,4	5,05	5,1
5	1,270	1,018	0,982	6,534	6,8	5,35	5,4
6	1,265	1,022	0,979	6,998	7,3	5,7	5,78
7	1,261	1,026	0,975	4,492	7,7	6,1	6,21
8	1,256	1,029	0,972	8,017	8,3	6,6	6,65
9	1,252	1,033	0,968	8,574	8,8	7	7,13
10	1,248	1,037	0,965	9,2	9,4	7,5	7,63
11	1,243	1,04	0,961	9,84	9,9	8	8,15
12	1,239	1,044	0,958	10,52	10,6	8,6	8,75
13	1,235	0,048	0,955	11,222	11,2	9,2	9,35
14	1,23	1,051	0,951	11,988	12	9,8	9,97
15	1,226	1,055	0,948	12,79	12,8	10,5	10,6
16	1,222	1,059	0,945	13,63	13,6	11,2	11,4
17	1,217	1,062	0,941	14,53	14,4	11,9	12,1
18	1,213	1,066	0,938	15,48	15,3	12,7	12,9
19	1,209	1,07	0,935	16,48	16,2	13,5	13,8

Продолжение табл. 1.1

Температура t, °С	Параметры 1 м³ сухого воздуха			Упругость водяного пара, полностью насыщающего воздух, мм рт. ст.	Содержание, г, водяного пара, полностью насыщающего воздух		
	масса, кг	объем, м³: при t °С (исходная температура 0 °С), $1+\alpha t$	объем, м³: при 0 °С (исходная температура t °С), $(1+\alpha t)^{-1}$		в 1 м³ влажного воздуха	в 1 кг влажного воздуха	на 1 кг сухой части влажного воздуха
20	1,205	1,073	0,932	17,53	17,2	14,4	14,7
21	1,201	1,077	0,929	18,65	18,2	15,3	15,6
22	1,197	1,081	0,925	19,83	19,3	16,3	16,8
23	1,193	1,084	0,922	21,07	20,4	17,3	17,7
24	1,189	1,088	0,919	22,38	21,6	18,4	18,8
25	1,185	1,092	0,916	23,76	22,9	19,5	20
26	1,181	1,095	0,913	25,21	24,2	20,7	21,4
27	1,177	1,099	0,91	26,74	25,6	22	22,6
28	1,173	1,103	0,907	28,35	27	23,4	24
29	1,169	1,106	0,904	30,04	28,5	24,8	25,6
30	1,165	1,11	0,901	31,82	30,1	26,3	27,2
31	1,161	1,114	0,898	33,7	31,8	27,8	28,8
32	1,157	1,117	0,895	35,06	33,5	29,5	30,6
33	1,154	1,121	0,892	37,73	35,4	31,2	32,5
34	1,15	1,125	0,889	39,8	37,3	33,1	34,4
35	1,146	1,128	0,886	42,18	39,3	35	35,6
36	1,142	1,132	0,884	44,56	41,4	37	38,8
37	1,139	1,136	0,881	47,07	43,6	39,2	41,1
38	1,135	1,139	0,878	49,69	45,9	41,4	43,5
39	1,132	1 143	0,875	52,44	48,3	43,8	46
40	1,128	1,147	0,872	55,32	50,8	46,3	48,9
41	1,124	1,15	0,869	58,34	53,4	48,9	51,7
42	1,121	1,154	0,867	61,5	56,1	51,6	54,8
43	1,117	1,158	0,864	64,80	58,9	54,5	58
44	1,114	1,161	0,861	68,26	61,9	57,5	61,3
45	1,11	1,165	0,858	71,88	65	60,7	65
46	1,107	1,169	0,856	75,65	68,2	64	68,9
47	1,103	1,172	0,853	79,6	71,5	67,5	72,8
48	1,1	1,176	0,85	83,7	75	71,7	77
49	1,096	1,18	0,848	88,02	78	75	81,5
50	1,093	1,183	0,845	92,51	83,3	79	86,3
51	1,089	1,187	0,843	97,2	86,3	83,2	91,3
52	1,086	1,191	0,84	102,1	90,4	87,7	96,6
53	1,083	1,194	0,837	107,2	94,6	92,3	102
54	1,08	1,198	0,835	112,5	99,1	97,2	108
55	1,076	1,202	0,832	118	103,6	102,3	114
56	1,073	1,205	0,83	123,8	108,4	107,6	121
57	1,07	1,209	0,827	129,8	113,3	113,2	128
58	1,067	1,213	0,825	136,1	118,5	119,1	136
59	1,063	1,216	0,822	142,6	123,8	125,2	144
60	1,06	1,22	0,82	149,4	129,3	131,7	152

ТАБЛИЦА 1.2

ЭНТАЛЬПИЯ i ВОЗДУХА ПРИ ДАВЛЕНИИ 760 мм рт. ст.

Температура t, °С	Значения i, ккал/кг, при относительной влажности воздуха φ, %: 100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
—35	—8,32	—8,33	—8,34	—8,34	—8,35	—8,36	—8,37	—8,38	—8,38	—8,39	—8,4
—30	—7,06	—7,07	—7,09	—7,1	—7,12	—7,13	—7,14	—7,16	—7,17	—7,19	—7,2
—25	—5,77	—5,79	—5,81	—5,84	—5,86	—5,88	—5,91	—5,93	—5,95	—5,98	—6
—20	—4,42	—4,46	—4,5	—4,54	—4,57	—4,61	—4,65	—4,68	—4,72	—4,76	—4,8
—15	—2,9	—2,97	—3,04	—3,11	—3,18	—3,25	—3,32	—3,39	—3,46	—3,53	—3,6
—10	—1,46	—1,55	—1,65	—1,74	—1,84	—1,93	—2,02	—2,12	—2,21	—2,31	—2,4
—9	—1,13	—1,23	—1,34	—1,44	—1,54	—1,65	—1,75	—1,85	—1,95	—2,06	—2,16
—8	—0,79	—0,91	—1,02	—1,13	—1,25	—1,36	—1,47	—1,58	—1,7	—1,81	—1,92
—7	—0,45	—0,57	—0,7	—0,82	—0,94	—1,07	—1,19	—1,31	—1,44	—1,56	—1,68

Продолжение табл. 1.2

Температура t, °C	Значения i, ккал/кг, при относительной влажности воздуха φ, %										
	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
—6	—0,1	—0,23	—0,37	—0,5	—0,64	—0,77	—0,9	—1,04	—1,17	—1,31	—1,44
—5	0,27	0,12	—0,03	—0,18	—0,32	—0,47	—0,62	—0,76	—0,91	—1,05	—1,2
—4	0,64	0,48	0,32	0,16	0	—0,16	—0,32	—0,48	—0,64	—0,8	—0,96
—3	1,02	0,85	0,67	0,5	0,32	0,15	—0,03	—0,2	—0,37	—0,55	—0,72
—2	1,42	1,23	1,04	0,85	0,66	0,47	0,28	0,09	—0,1	—0,29	—0,48
—1	1,82	1,62	1,41	1,2	1	0,79	0,58	0,38	0,17	—0,03	—0,24
0	2,24	2,02	1,79	1,57	1,34	1,12	0,89	0,67	0,45	0,22	0
1	2,66	2,42	2,17	1,93	1,69	1,44	1,2	0,96	0,72	0,48	0,24
2	3,08	2,82	2,56	2,3	2,04	1,78	1,52	1,26	1	0,74	0,48
3	3,52	3,24	2,95	2,67	2,39	2,11	1,83	1,55	1,28	1	0,72
4	3,96	3,66	3,36	3,06	2,76	2,46	2,16	1,86	1,56	1,26	0,96
5	4,43	4,1	3,78	3,45	3,13	2,81	2,48	2,16	1,84	1,52	1,2
6	4,9	4,55	4,2	3,86	3,51	3,16	2,82	2,47	2,13	1,78	1,44
7	5,39	5,02	4,65	4,27	3,9	3,53	3,16	2,79	2,42	2,05	1,68
8	5,91	5,51	5,1	4,7	4,3	3,9	3,51	3,11	2,71	2,32	1,92
9	6,43	6	5,57	5,14	4,71	4,28	3,86	3,43	3,01	2,58	2,16
10	6,98	6,51	6,05	5,59	5,13	4,67	4,22	3,76	3,3	2,85	2,4
11	7,54	7,04	6,55	6,05	5,56	5,07	4,58	4,1	3,61	3,12	2,64
12	8,12	7,59	7,06	6,54	6,01	5,48	4,96	4,44	3,92	3,4	2,88
13	8,73	8,16	7,59	7,02	6,46	5,9	5,34	4,78	4,23	3,67	3,12
14	9,35	8,75	8,14	7,53	6,93	6,33	5,74	5,14	4,55	3,95	3,36
15	10	9,35	8,7	8,06	7,42	6,78	6,14	5,5	4,86	4,23	3,6
16	10,7	9,98	9,29	8,61	7,92	7,23	6,55	5,87	5,19	4,51	3,84
17	11,4	10,6	9,91	9,17	8,43	7,7	6,97	6,24	5,52	4,8	4,08
18	12,1	11,3	10,6	9,76	8,97	8,18	7,4	6,62	5,85	5,09	4,32
19	12,9	12	11,2	10,4	9,51	8,68	7,85	7,02	6,2	5,38	4,56
20	13,7	12,8	11,9	11	10,1	9,19	8,3	7,42	6,54	5,67	4,8
21	14,5	13,5	12,6	11,6	10,7	9,71	8,77	7,83	6,9	5,96	5,04
22	15,4	14,3	13,3	12,3	11,3	10,3	9,25	8,25	7,26	6,27	5,28
23	16,3	15,2	14,1	13	11,9	10,8	9,75	8,68	7,62	6,57	5,52
24	17,2	16	14,9	13,7	12,5	11,4	10,3	9,12	7,99	6,87	5,76
25	18,2	16,9	15,7	14,4	13,2	12	10,8	9,57	8,37	7,18	6
26	19,2	17,9	16,5	15,2	13,9	12,6	11,3	10	8,76	7,5	6,24
27	20,3	18,8	17,4	16	14,6	13,3	11,9	10,5	9,16	7,82	6,48
28	21,4	19,9	18,4	16,9	15,4	13,9	12,5	11	9,57	8,14	6,72
29	22,5	20,9	19,3	17,7	16,2	14,6	13	11,5	9,98	8,46	6,96
30	23,8	22	20,3	18,6	17	15,3	13,7	12	10,4	8,79	7,2
31	25	23,2	21,4	19,6	17,8	16	14,3	12,6	10,8	9,13	7,44
32	26,4	24,2	22,5	20,6	18,7	16,8	14,9	13,1	11,3	9,47	7,68
33	27,8	25,7	23,6	21,6	19,6	17,6	15,6	13,7	11,7	9,81	7,92
34	29,2	27	24,8	22,6	20,5	18,4	16,3	14,2	12,2	10,2	8,16
35	30,7	28,4	26,1	23,8	21,5	19,3	17	14,8	12,7	10,8	8,4
36	32,3	29,8	27	24,9	22,5	20,1	17,8	15,5	13,2	10,9	8,64
37	34	31,3	28,7	26,1	23,6	21	18,5	16,1	13,7	11,3	8,88
38	35,7	32,9	30,1	27,4	24,7	22	19,3	16,7	14,2	11,6	9,12
39	37,6	34,6	31,7	28,7	25,8	23	20,2	17,4	14,7	12	9,36
40	39,6	36,4	33,2	30,1	27	24	21,1	18,1	15,2	12,4	9,6
41	41,6	38,2	34,8	31,5	28,3	25,1	21,9	18,8	15,8	12,8	9,84
42	43,7	40,1	36,5	33	29,6	26,2	22,9	19,6	16,4	13,2	10,1
43	46	42,1	38,3	34,6	30,9	27,3	23,8	20,4	17	13,6	10,3
44	48,3	44,2	40,2	36,2	32,4	28,6	24,8	21,2	17,6	14	10,6
45	50,8	46,4	42,2	38	33,9	29,8	25,9	22	18,2	14,5	10,8
46	53,4	48,8	44,3	39,8	35,4	31,1	26,9	22,8	18,8	14,9	11
47	56,2	51,2	46,4	41,6	37	32,5	28,1	23,7	19,5	15,3	11,3
48	59	53,8	48,6	43,6	38,7	33,9	29,2	24,6	20,2	15,8	11,5
49	62,1	56,5	51	45,7	40,5	35,4	30,4	25,6	20,9	16,3	11,8
50	65,3	59,3	53,5	47,8	42,3	36,9	31,7	26,6	21,6	16,7	12
51	68,7	62,3	56,1	50,1	44,2	38,5	33	27,6	22,3	17,2	12,2
52	72,2	65,4	58,8	52,4	45,2	40,2	34,3	28,6	23,1	17,7	12,5
53	76	68,7	61,7	54,9	48,3	42	35,8	29,7	23,8	18,2	12,7
54	80	72,2	64,7	57,5	50,5	43,8	37,2	30,9	24,7	18,8	13
55	84,2	75,9	68	60,3	52,9	45,7	38,8	32,1	25,6	19,3	13,2
56	88,5	79,5	71,2	63,1	55,2	47,7	40,3	33,3	26,4	19,8	13,4
57	93,1	83,4	74,8	66,2	57,7	49,8	42	34,6	27,3	20,4	13,7
58	98	87,6	78,4	69,3	60,3	51,9	43,7	35,9	28,2	21	13,9
59	103,1	91,7	82,2	72,6	63,1	54	45,5	37,2	29,2	21,6	14,2
60	108,7	96,1	86,2	76	66,1	56,3	47,3	38,6	30,2	22,1	14,4
65	142	126	110,6	96,2	82,5	70,1	57,9	46,6	35,7	25,4	15,6
70	190	166	143,5	123,4	104,6	87,5	71,5	56,3	42,3	29,2	16,8

ТАБЛИЦА 1.3

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАСЫЩЕННОГО ПАРА (ПО ВУКАЛОВИЧУ)

Давление p, кгс/см²	Температура t, °С	Удельный объем V, м³/кг	Объемная масса γ, кг/м³	Энтальпия i, ккал/кг		Удельная теплота испарения r, ккал/кг
				жидкости	пара	
—0,99	6,7	131,6	0,007599	6,73	600,2	593,5
—0,95	32,55	28,72	0,03482	32,57	611,5	578,9
—0,9	45,45	14,95	0,06689	45,45	617	571,6
—0,8	59,67	7,789	0,1284	59,65	623,1	563,4
—0,7	68,68	5,324	0,1878	68,66	626,8	558,1
—0,6	75,42	4,066	0,2459	75,41	629,5	554,1
—0,5	80,86	3,299	0,3031	80,86	631,6	550,7
—0,4	85,45	2,782	0,3595	85,47	633,5	548
—0,3	89,45	2,408	0,4153	89,49	635,1	545,6
—0,2	92,99	2,125	0,4706	93,05	636,4	543,3
—0,1	96,18	1,903	0,5255	96,26	637,6	541,3
0	99,09	1,725	0,5797	99,19	638,8	539,6
0,1	101,76	1,578	0,6337	101,87	639,8	537,9
0,2	104,25	1,455	0,6873	104,38	640,7	536,3
0,3	106,56	1,35	0,7407	106,72	641,6	534,9
0,4	108,74	1,259	0,7943	108,92	642,3	533,4
0,5	110,79	1,181	0,8467	110,99	643,1	532,1
0,6	112,73	1,111	0,9001	112,95	643,8	530,8
0,7	114,57	1,05	0,9524	114,81	644,5	529,7
0,8	116,33	0,9954	1,0046	116,6	645,1	528,5

Продолжение табл. 1.3

Давление p, кгс/см²	Температура t, °С	Удельный объем V, м³/кг	Объемная масса γ, кг/м³	Энтальпия i, ккал/кг		Удельная теплота испарения r, ккал/кг
				жидкости	пара	
0,9	118,01	0,9462	1,057	118,3	645,7	527,4
1	119,62	0,9018	1,109	119,94	646,3	526,4
1,5	126,79	0,7318	1,367	127,2	648,7	521,5
2	132,88	0,6169	1,621	133,4	650,7	517,3
2,5	138,19	0,5338	1,873	138,9	652,4	513,5
3	142,92	0,4709	2,124	143,7	653,9	510,2
3,5	147,2	0,4215	2,373	148,1	655,2	507,1
4	151,11	0,3817	2,61	152,1	656,3	504,2
5	158,08	0,3214	3,111	159,3	658,3	498,9
6	164,17	0,2778	3,6	165,7	659,9	494,2
7	169,61	0,2448	4,085	171,4	661,2	489,8
8	174,53	0,2189	4,508	176,5	662,3	485,8
9	179,04	0,198	5,051	181,3	663,3	482,1
10	183,2	0,181	5,54	185,6	663,9	478,3
11	187,1	0,166	6,03	189,8	664,6	474,8
12	190,71	0,154	6,5	193,6	665,3	471,7
13	194,13	0,143	7	197,3	665,8	468,5
14	197,36	0,134	7,46	200,7	666,3	465,6
15	200,43	0,126	7,94	204	666,8	462,8
16	203,35	0,119	8,4	207,2	667,2	460

ТАБЛИЦА 1.4

УДЕЛЬНЫЙ ОБЪЕМ V ПЕРЕГРЕТОГО ВОДЯНОГО ПАРА

Давление p, кгс/см²	Значения V, м³/кг, при температуре перегретого водяного пара t, °С									
	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300
0	1,83	1,93	2,02	2,12	2,21	2,31	2,4	2,5	2,59	2,69
0,2	1,52	1,6	1,68	1,76	1,84	1,92	2	2,08	2,16	2,24
0,4	1,3	1,37	1,44	1,51	1,58	1,65	1,71	1,78	1,85	1,92
0,6	1,13	1,2	1,26	1,32	1,38	1,44	1,5	1,56	1,62	1,67
0,8	1,01	1,06	1,12	1,17	1,22	1,28	1,33	1,38	1,44	1,5
1	0,9	0,95	1	1,05	1,1	1,15	1,2	1,25	1,3	1,34
1,5	—	0,76	0,8	0,84	0,88	0,92	0,96	0,99	1,03	1,07
2	—	0,63	0,66	0,7	0,73	0,76	0,79	0,83	0,86	0,89
2,5	—	0,53	0,57	0,6	0,62	0,65	0,68	0,71	0,73	0,77
3	—	—	0,49	0,52	0,54	0,57	0,59	0,62	0,64	0 67
4	—	—	0,39	0,41	0,43	0,45	0,47	0,49	0,51	0,53
5	—	—	0,32	0,34	0,35	0,38	0,39	0,41	0,43	0,44
6	—	—	—	0,29	0,3	0,32	0,33	0,35	0,36	0,38
7	—	—	—	0,25	0,26	0,28	0,29	0,3	0,32	0,33
8	—	—	—	0,22	0,23	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29
9	—	—	—	0,2	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25	0,26
10	—	—	—	—	0,19	0,2	0,21	0,22	0,23	0,24
11	—	—	—	—	0,17	0,18	0,19	0,2	0,21	0,22
12	—	—	—	—	0,16	0,17	0,18	0,18	0,19	0,2
13	—	—	—	—	0,15	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19
14	—	—	—	—	0,14	0,14	0,15	0,16	0,17	0,17
15	—	—	—	—	—	0,13	0,14	0,15	0,16	0,16
16	—	—	—	—	—	0,12	0,13	0,14	0,15	0,15

ТАБЛИЦА 1.5

ЭНТАЛЬПИЯ i ПЕРЕГРЕТОГО ВОДЯНОГО ПАРА

Давление p, кгс/см²	Значения i, ккал/кг, при температуре перегретого водяного пара t, °С									
	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300
0	649	658,4	667,8	677,2	686,6	696	705,5	715,1	724,7	734,3
0,2	648,5	658	667,5	676,9	686,4	695,8	705,3	714,9	724,5	734,2
0,4	648	[illegible],7	667,2	676,7	686,1	695,6	705,1	714,7	724,3	734
0,6	647,5	657,3	666,9	676,4	685,9	695,4	704,9	714,5	724,2	733,9
0,8	647	656,9	666,6	676,1	685,7	695,2	704,8	714,4	724	733,8
1	646,5	656,5	666,4	675,9	685,4	695	704,6	714,2	723.9	733,7
1,5	—	655,6	665,3	675,2	684,8	694,4	704	713,7	723,5	733,3
2	—	654,5	664,7	674.5	684,2	693,9	703,6	713,4	723,2	733
2,5	—	653,3	664	674	683,7	693,5	703,3	713,1	723	723,9
3	—	—	663,1	673,2	683	692,9	702,7	712,6	722,5	723,4
4	—	—	661,3	671,7	681,7	691,7	701,7	711,7	721,8	731,8
5	—	—	659.4	670,1	680,6	690,7	700,9	710,9	721,1	731,2
6	—	—	—	668,8	679,5	689,7	699,9	710,1	720,3	730,5
7	—	—	—	667,3	678,2	688,7	699	709,3	719,6	729,9
8	—	—	—	665,5	676,8	687,5	698,1	708,5	718,9	729,3
9	—	—	—	663,8	675,4	686,5	697,2	707,7	718,2	728,6
10	—	—	—	—	674,2	685,7	696,8	707,5	718	728,3
11	—	—	—	—	672,8	684,6	695,8	706,7	717,3	727,7
12	—	—	—	—	671,2	683,4	694,8	705,8	716,5	727,1
13	—	—	—	—	669,7	682,2	693,8	705	715,8	726,4
14	—	—	—	—	668,1	680,9	692,8	704,1	715,1	725,8
15	—	—	—	—	—	679,6	691,8	703,3	714,3	725,1
16	—	—	—	—	—	678,3	690,7	702,4	713.6	724,5

ТАБЛИЦА 1.6

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВОДЫ

Температура t, °С	Давление p, кгс/см²	Объемная масса γ, кг/м³	Энтальпия i, ккал/кг	Удельная теплоемкость c, ккал/(кг·°С)	Теплопроводность λ, ккал/(м×ч·°С)	Температуропроводность 10^4 a, м²/ч	Динамическая вязкость 10^6 μ, кгс·с/м²	Кинематическая вязкость 10^6 ν, м²/с
0	0	999,8	0	1,005	0,48	4,8	182,5	1,79
10	0	999,6	10,01	1,001	0,484	4,9	133	1,3
20	0	998,2	20,03	0,999	0,51	5,1	102	1
30	0	995,6	30	0,998	0,525	5,3	81,7	0,805
40	0	992,2	39,93	0,998	0,539	5,4	66,6	0,659
50	0	988	49,95	0,999	0,552	5,6	56	0,556
60	0	983,2	59,94	0,999	0,565	5,7	48	0,479
70	0	977,7	69,93	1,001	0,574	5,9	41,4	0,415
80	0	971,8	79,95	1,002	0,581	6	36,3	0,366
90	0	935,3	89,98	1,005	0,585	6,1	32,1	0,326
100	0,03	958,3	100,04	1,007	0,587	6,1	28,8	0,295
110	0,46	951	110,12	1,01	0,589	6,1	26	0,268
120	1,02	943,1	120,3	1,014	0,59	6,2	23,5	0,244
130	1,75	934,8	130,4	1,019	0,59	6,2	21,6	0,226
140	2,68	926,1	140,4	1,025	0,589	6,2	20	0,212
150	3,85	916,9	150,9	1,032	0,588	6,2	18,9	0,202
160	5,3	907,4	161,3	1,04	0,587	6,2	17,5	0,19
170	7,08	897,3	171,7	1,048	0,584	6,2	16,6	0,181
180	9,23	886,9	182,2	1,057	0,58	6,2	15,6	0,173
190	11,8	876	192,8	1,066	0,576	6,2	14,8	0,166

Раздел II. ТЕПЛОВОЙ РЕЖИМ ЗДАНИЯ

Глава 2. ВНУТРЕННИЕ И НАРУЖНЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

2.1. Метеорологические условия в помещениях

Микроклимат помещения характеризуется совокупностью температуры воздуха и поверхностей, обращенных в помещение, влажностью и подвижностью воздуха. Значения параметров микроклимата следует принимать в зависимости от назначения помещения и времени года исходя из требований комфорта для находящихся в помещении людей и нормального протекания технологического процесса.

А. Температура помещения. Температурные условия в помещении определяются температурой воздуха $t_в$ и температурой внутренних поверхностей τ_i. Радиационной температурой t_R называют среднюю температуру внутренних поверхностей, которую определяют относительно человека, стоящего в середине помещения, т. е.

$$t_R = \Sigma \varphi_{ч-i} \tau_i, \qquad (2.1)$$

где $\varphi_{ч-i}$ — коэффициенты облученности (угловой коэффициент) окружающих поверхностей, имеющих различные температуры τ_i, с поверхности тела человека [1].

Приближенно радиационную температуру допускается определять осредненной по площадям поверхностей F_i:

$$t_R \approx \frac{\Sigma F_i \tau_i}{\Sigma F_i}. \qquad (2.2)$$

Интенсивность суммарного лучисто-конвективного теплообмена в помещении характеризуется результирующей температурой помещения $t_п$, принимаемой для обычных помещений с небольшой подвижностью воздуха

$$t_п = \frac{t_в + t_R}{2}. \qquad (2.3)$$

Б. Температурная обстановка в помещении. Параметры микроклимата должны находиться в определенных сочетаниях между собой, соответствующих условиям комфорта для человека. Температурная обстановка в помещении должна находиться в «зоне комфортности тепловой обстановки».

Первое условие комфортности определяет температурную обстановку, при которой человек (находясь в середине помещения) отдает все явное тепло, не испытывая ни перегрева, ни переохлаждения. Математическая запись первого условия связывает между собой температуру воздуха $t_в$, радиационную температуру t_R и температуру помещения $t_п\,(И)$, определяемую по табл. 2.1 в зависимости от интенсивности физической работы, выполняемой человеком.

Для холодного периода года

$$t_R = 1{,}57\, t_п\,(И) - 0{,}57\, t_в \pm 1{,}5. \qquad (2.4)$$

Определять температуры t_R и $t_п$ необходимо для помещений, имеющих большие охлажденные поверхности (два и более наружных ограждения) или развитые нагретые поверхности (например, при панельно-лучистом отоплении). Для обычных помещений $t_п$ и t_R можно принимать равными $t_в$.

ТАБЛИЦА 2.1

ЗНАЧЕНИЯ $t_п\,(И)$

Категория работы	Теплоотдача организма, ккал/ч	Значения $t_п\,(И)$, °С
Легкая	До 120	21
Средней тяжести	» 250	18,5
Тяжелая	Более 250	16

Второе условие комфортности ограничивает интенсивность лучистого теплообмена, когда человек находится вблизи нагретых или охлажденных панелей в потолке и в стенах (расчетным является расстояние до стены 1 м).

Допустимая температура поверхности (для холодного периода года) определяется по формулам:
для нагретой поверхности

$$\tau_п^{доп} \leqslant 19{,}2 + \frac{8{,}7}{\varphi_{ч-п}}; \qquad (2.5)$$

для охлажденной поверхности

$$\tau_п^{доп} \geqslant 23 - \frac{5}{\varphi_{ч-п}}, \qquad (2.6)$$

где $\varphi_{ч-п}$ — коэффициент облученности нагретой или охлажденной поверхности с наиболее невыгодно расположенной элементарной площадки на поверхности тела человека (графики коэффициентов облученности приведены во II части справочника).

Исключение составляют окна, температура поверхности которых в помещении должна быть не ниже определенной по формуле

$$\tau_{ок}^{доп} \geqslant 14 - \frac{4{,}4}{\varphi_{ч-ок}}. \qquad (2.7)$$

В. Расчетные условия в помещении и их обеспеченность. Расчетные значения метеорологических условий в рабочей зоне помещений следует принимать по табл. 2.2 (составленной по табл. 5 СН 245-71 и табл. 1 главы СНиП II-Г.7-62). Следует иметь в виду, что для помещений с сильно развитыми нагретыми и охлажденными поверхностями приведенные в табл. 2.2 значения $t_в$ соответствуют температуре помещения $t_п$. Необходимая температура воздуха $t_в$ в этих помещениях должна определяться по формуле (2.4).

Система отопления и наружные ограждения должны обеспечивать поддержание в помещении заданных тепловых условий в течение всего холодного периода года. В зависимости от назначения помещения допускаются различные частота и продолжительность отклонения от расчетных внутренних условий. Численной характеристикой этих показателей является коэффициент обеспеченности $k_{об}$. Коэффициент обеспеченности:
по числу случаев отклонений

$$k_{об,n} = n/N; \qquad (2.8)$$

по продолжительности отклонений

$$k_{об,\Delta z} = \Delta z / \Delta Z, \qquad (2.9)$$

[1] В. Н. Богословский. Строительная теплофизика. М., «Высшая школа», 1970.

ТАБЛИЦА 2.2

НОРМЫ ТЕМПЕРАТУРЫ, ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ВЛАЖНОСТИ И СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ВОЗДУХА В РАБОЧЕЙ ИЛИ ОБСЛУЖИВАЕМОЙ ЗОНЕ ПОМЕЩЕНИЙ В ХОЛОДНЫЙ И ПЕРЕХОДНЫЙ (ТЕМПЕРАТУРА НАРУЖНОГО ВОЗДУХА НИЖЕ 10 °С) ПЕРИОДЫ ГОДА

Помещения	Категория работы	На постоянных рабочих местах						Допустимая температура воздуха вне постоянных рабочих мест, °С
		оптимальные			допустимые			
		температура воздуха $t_в$, °С	относительная влажность воздуха $\varphi_в$, %	скорость движения воздуха $v_в$, м/с	температура воздуха $t_в$, °С	относительная влажность воздуха $\varphi_в$, %	скорость движения воздуха $v_в$, м/с	
Производственные, характеризуемые незначительными избытками явного тепла — 20 ккал/(м³·ч) и менее	Легкая	20—22	30—60	Не более 0,2	17—22	Не более 75	Не более 0,3	15—22
	Средней тяжести	17—19	30—60	Не более 0,3	15—20	То же	Не более 0,5	13—20
	Тяжелая	16—18	30—60	То же	13—18	»	То же	12—18
Производственные, характеризуемые значительными избытками явного тепла — более 20 ккал/(м³·ч)	Легкая	20—22	30—60	Не более 0,2	17—24	»	»	15—26
	Средней тяжести	17—19	30—60	Не более 0,3	16—22	»	»	15—24
	Тяжелая	16—18	30—60	То же	13—17	»	»	12—19
Жилые, общественные и административные	—	19—21	40—60	»	По соответствующим главам СНиП			

где n и Δz — число случаев и продолжительность поддержания расчетных внутренних условий;

N и ΔZ — общее число случаев и общая продолжительность холодного периода года.

При определении коэффициента обеспеченности для холодного периода года за один случай принимается разовое похолодание.

Значения коэффициентов обеспеченности $k_{об,n}$ и $k_{об,\Delta z}$, в зависимости от назначения помещения, для холодного периода года приведены в табл. 2.3.

ТАБЛИЦА 2.3

КОЭФФИЦИЕНТЫ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ РАСЧЕТНЫХ ВНУТРЕННИХ УСЛОВИЙ

Помещения	$k_{об,\ n}$	$k_{об,\ \Delta z}$	Требования к микроклимату
С повышенными санитарно - гигиеническими условиями	Около 1		Повышенные
С круглосуточным пребыванием людей или постоянным технологическим режимом	0,9	0,98	Высокие
С ограниченным во времени пребыванием людей	0,7	0,91	Средние
С кратковременным пребыванием людей	0,5	0,83	Низкие

2.2. Расчетные характеристики наружного климата для холодного периода года

Температура наружного воздуха и скорость ветра. Для холодного периода года определяющими являются температура наружного воздуха и скорость ветра.

Для расчета сопротивления теплопередаче ограждения в главе СНиП II-А.7-71 приняты средние температуры наиболее холодных суток и пятидневок; для расчета мощности системы отопления в главе СНиП II-Г.7-62 принята температура наиболее холодной пятидневки. Значения этих температур приведены в табл. 1 главы СНиП II-А.6-72.

В соответствии с главой СНиП II-А.7-71 расчетную скорость ветра для теплотехнического расчета ограждений следует принимать равной максимальной из средних скоростей ветра (по румбам за январь), повторяемость которых составляет 16% и более (см. табл. 5 главы СНиП II-А.6-72). Расчетную скорость ветра при расчете воздушного режима зданий высотой 15—30 м следует увеличивать на 15%, а зданий высотой 31—50 м — на 40%. Для расчета влажностного режима ограждений данные следует брать из карты влажностно-климатических характеристик районов СССР, приведенной в главе СНиП II-А.7-71.

Принятые в Строительных нормах и правилах расчетные наружные температуры соответствуют коэффициенту обеспеченности $k_{об,n}$ примерно равному 0,92.

Температура и продолжительность отопительного периода. В Строительных нормах и правилах, исходя из предположения о незначительном различии теплового баланса зданий основных потребителей тепла, продолжительность $\Delta z_{от.п}$ и средняя температура $t_{от.п}$ отопительного периода определяются для всех зданий по числу дней в году с устойчивой средней суточной температурой наружного воздуха 8 °С и ниже (по средним многолетним данным). Значения $\Delta z_{от.п}$ и $t_{от.п}$ приведены в табл. 1 главы СНиП II-А.6-72.

Для зданий со сложным тепловым балансом (в котором внутренние тепловыделения являются значительными) при определении годовых затрат тепла, режима регулирования и пр. необходим специальный расчет характеристик отопительного периода (по годовому ходу

параметров климата) и составляющих теплового баланса помещения.

Изменение произвольного параметра климата X (температуры и энтальпии воздуха, интенсивности солнечной радиации) во времени можно определить по формуле

$$X = X_г + A_X \cos 2\pi \frac{z}{365}, \qquad (2.10)$$

где $X_г$ — среднегодовое значение параметра X;
A_X — амплитуда его изменения;
z — время в сутках от $z_{макс}$, соответствующего максимальному значению параметра X.

Значения $X_г$, A_X и $z_{макс}$ для различных климатических параметров и географических районов могут быть получены по данным метеорологических наблюдений, приведенным в «Справочнике по климату СССР» и главе СНиП II-А.6-72.

Тепловой баланс помещения $Q_п$ в годовом ходе с учетом гармонического характера изменения влияющих на него факторов также можно представить в виде

$$Q_п = Q_{п.г} + A_{Q_п} \cos 2\pi \frac{z}{365}, \qquad (2.11)$$

где $Q_{п.г}$ — среднегодовое значение теплового баланса помещения;
$A_{Q_п}$ — амплитуда его изменения.

Расход тепла на отопление в любой момент отопительного периода определяется величиной $Q_п$. Когда тепловой баланс помещения становится отрицательным, появляется потребность в отоплении. Продолжительность отопительного периода в сутках

$$\Delta z_{от.п} = \frac{365}{\pi} \arccos \frac{Q_{п.г}}{A_{Q_п}}. \qquad (2.12)$$

Годовые затраты тепла на отопление $Q_{от.г}$ приблизительно равны интегралу изменения $Q_п$ в пределах $\Delta z_{от.п}$:

$$Q_{от.г} = \int\limits_{\Delta z_{от.п}} Q_п\, dz \approx 0,143\, mn\, A_{Q_п} \left[116 - \frac{Q_{п.г}}{A_{Q_п}} (91,2 + 0,5\, \Delta z_{от.п})\right], \qquad (2.13)$$

где m — число часов работы системы отопления в сутки;
n — число дней работы системы отопления в неделю.

Глава 3. ТЕПЛОПЕРЕДАЧА ЧЕРЕЗ ОГРАЖДЕНИЯ

3.1. Стационарная теплопередача

А. Сопротивление теплопередаче и распределение температуры в сечении многослойного ограждения. Передача тепла через ограждение состоит из сложного лучисто-конвективного теплообмена на его внутренней и наружной поверхностях, теплопроводности через материальные слои конструкции и теплопередачи через воздушные прослойки в ограждении.

При теплопередаче, когда по направлению движения тепла имеются последовательно и параллельно соединенные элементы, пользуются следующими правилами сложения термических сопротивлений.

Если сопротивления R_i расположены последовательно по направлению движения тепла, то общее термическое сопротивление R равно их сумме:

$$R = \Sigma R_i. \qquad (3.1)$$

Если сопротивления расположены параллельно, то общая проводимость $1/R$ равна сумме параллельно расположенных проводимостей $1/R_i$:

$$1/R = \Sigma 1/R_i. \qquad (3.2)$$

Общее сопротивление теплопередаче многослойного ограждения $R_о$ равно сумме сопротивлений теплопроводности отдельных материальных слоев R_i, теплопередаче воздушной прослойки $R_{в.пр}$ и теплообмену на внутренней $R_в$ и наружной $R_н$ поверхностях ограждения:

$$R_о = R_в + \Sigma R_i + R_{в.пр} + R_н. \qquad (3.3)$$

Коэффициент теплопередачи ограждения k (величина, обратная $R_о$) определяется в виде

$$\frac{1}{k} = R_о = \frac{1}{\alpha_в} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + R_{в.пр} + \frac{1}{\alpha_н}, \qquad (3.4)$$

где $\alpha_в$, $\alpha_н$ — коэффициенты теплообмена на внутренней и наружной поверхностях ограждения, ккал/(м²·ч·°С) (см. пп. Б и В этой главы);
δ_i, λ_i — толщина и теплопроводность i-го слоя материала в ограждении.

Теплопроводность строительного материала в ограждающей конструкции здания зависит от влажностного состояния внутренней и наружной сред и определяется при теплотехническом расчете ограждений по рекомендациям главы 5 справочника и табл. 1 и 2 главы СНиП II-А.7-71.

Тепловой поток, проходящий через ограждение,

$$q = \frac{1}{R_о}(t_п - t_н) = k\,(t_п - t_н), \qquad (3.5)$$

где $t_п$ — температура помещения;
$t_н$ — температура наружного воздуха (внешней среды, окружающей ограждение).

Распределение температуры в сечениях многослойного ограждения определяется тем, что падение температуры в пределах каждого слоя пропорционально его термическому сопротивлению. В произвольном продольном сечении ограждения x температура t_x равна:

$$t_x = t_п - \frac{R_{п-x}}{R_о}(t_п - t_н), \qquad (3.6)$$

где $R_{п-x}$ — сопротивление теплопередаче от помещения до сечения x.

Б. Теплообмен на поверхности в помещении. При теплотехническом расчете наружного ограждения коэффициент теплообмена на внутренней поверхности определяется по табл. 3.1 (составленной по табл. 6 главы СНиП II-А.7-71).

Однако этих рекомендаций недостаточно для полного расчета теплообмена на поверхности ограждения или на нагретой поверхности (особенно при лучистом и конвективном отоплении), расчета ниспадающих холодных и восходящих нагретых токов воздуха, выявления конвективных и лучистых составляющих теплообмена в помещении, определения теплового облучения поверхности сосредоточенным источником, расчета конденсации или испарения влаги с поверхности и т. д.

На охлажденной или нагретой поверхности в помещении происходит сложный лучисто-конвективный теп-

ТАБЛИЦА 3.1

КОЭФФИЦИЕНТ ТЕПЛООБМЕНА НА ВНУТРЕННЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ОГРАЖДЕНИЯ $\alpha_в$

Поверхности	$\alpha_в$, ккал/(м²·ч·°С)
Стен, полов и потолков (гладких или с выступающими ребрами) при отношении высоты h ребер к расстоянию a между гранями соседних ребер $h/a \leqslant 0{,}3$	7,5
Потолков с выступающими ребрами при соотношении $h/a > 0{,}3$	6,5

Примечание. Для потолков с кессонами при отношении $h/a>0{,}3$ (где a — меньшая сторона кессона) следует принимать $\alpha_в = 6$ ккал/(м²·ч·°С).

лообмен. В результате тепловой поток q на поверхности, имеющей температуру τ, складывается из конвективного $q_к$ и лучистого $q_л$ потоков:

$$q = q_к + q_л = \alpha_к (t_в - \tau) + \alpha_л (t_R - \tau) = \alpha_в (t_п - \tau). \quad (3.7)$$

Конвективный теплообмен между воздухом ($t_в$) и поверхностью (τ) определяется коэффициентом конвективного теплообмена

$$\alpha_к = A \sqrt{\Delta t + 60 \frac{v_в^2}{h}} \pm 0{,}12\, j, \quad (3.8)$$

где A — коэффициент, принимаемый равным: для вертикальных поверхностей 1,43; для горизонтальных поверхностей при направлении потока тепла сверху вниз 1, при направлении снизу вверх 1,86;

Δt — разность температур $t_в$ и τ, °С;

$v_в$ — общая подвижность (скорость) воздуха в помещении, м/с;

h — высота помещения, м;

j — интенсивность фильтрации воздуха через поверхность в кг/(м²·ч) [в формуле (3.8) при эксфильтрации принимается знак плюс, при инфильтрации — минус].

Коэффициент лучистого теплообмена на поверхности помещения

$$\alpha_л = C_{пр} b, \quad (3.9)$$

где $C_{пр}$ — приведенный коэффициент излучения поверхностей F_τ и F_{t_R}, имеющих температуру τ и t_R:

$$C_{пр} = \frac{1}{\frac{1}{C_\tau} + \frac{F_\tau}{F_{t_R}} \left(\frac{1}{C_{t_R}} - \frac{1}{C_0} \right)}; \quad (3.10)$$

C_τ, C_{t_R}, C_0 — коэффициенты излучения теплообменивающихся поверхностей (табл. 3.2) и абсолютно черного тела ($C_0 = 4{,}96$), ккал/(м²·ч·°К⁴);

b — температурный коэффициент:

$$b = 0{,}81 + 0{,}005 (\tau + t_R); \quad (3.11)$$

t_R — радиационная температура помещения, определяемая по формулам (2.1) и (2.2) в данном случае относительно поверхности, для которой рассчитывается $\alpha_л$.

В помещениях (с поверхностями из бетона, кирпича или покрытыми краской, оклеенными бумагой) приведенный коэффициент излучения можно принимать равным 4,2.

ТАБЛИЦА 3.2

КОЭФФИЦИЕНТЫ ИЗЛУЧЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ПОМЕЩЕНИИ

Материал	Коэффициент излучения
Мрамор	4,6
Кирпич обыкновенный красный	4,6
Бетон (гладкая поверхность)	3,2
Штукатурка	4,6
Дерево неокрашенное	4
Алюминий	0,27
Краски масляные	4
Стекло оконное	4,6

Общий коэффициент теплообмена на поверхности в помещении

$$\alpha = \alpha_к \frac{t_в - \tau}{t_п - \tau} + \alpha_л \frac{t_R - \tau}{t_п - \tau}. \quad (3.12)$$

При $t_п \approx t_в \approx t_R$, согласно формуле (3.12),

$$\alpha = \alpha_к + \alpha_л. \quad (3.13)$$

На рис. 3.1 приведены средние значения α на плоской поверхности большой площади в зависимости от ее расположения в помещении и разности температур $t_п - \tau$.

Если против поверхности, для которой определяется $\alpha_л$, находится другая (или другие) поверхность с температурой $\tau_п$, значительно отличающейся от t_R, то в формуле (3.7) необходимо учесть дополнительный радиационный поток на поверхности, имеющей температуру τ,

$$q_р = C_{пр}\, \varphi_{п-\tau}\, F_п\, b\, (\tau_п - \tau), \quad (3.14)$$

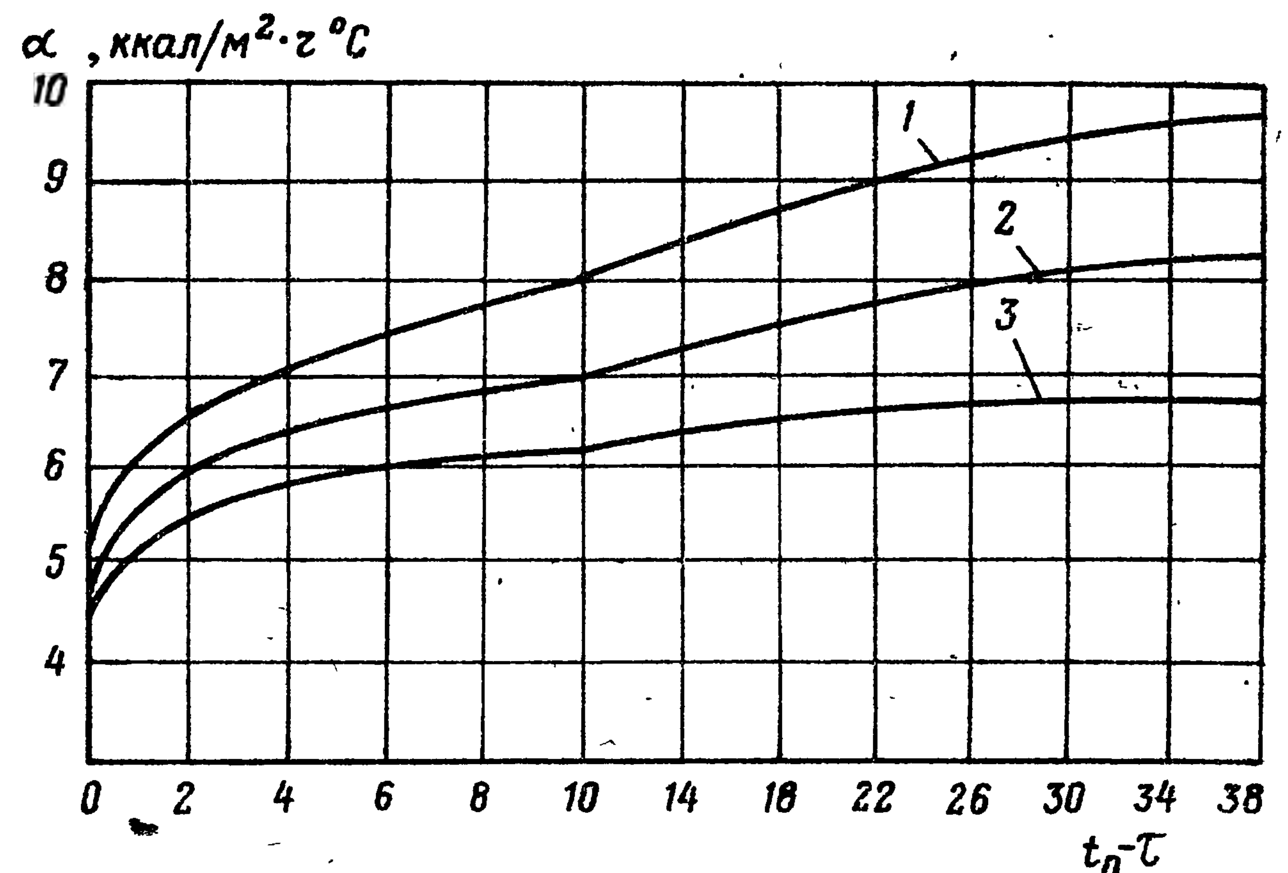


Рис. 3.1. Зависимость коэффициента теплообмена на поверхностях от их расположения в помещении и от разности температур

1 — нагретый пол, охлажденный потолок; 2 — стена; 3 — нагретый потолок, охлажденный пол

где

$$C_{пр} = \frac{C_п\, C_\tau}{C_0};\qquad(3.15)$$

$F_п$, $C_п$ и $\tau_п$ — площадь, коэффициент излучения и температура поверхности;

b — температурный коэффициент, определяемый по формуле (3.11), для температур $\tau_п$ и τ;

$\varphi_{п-\tau}$ — коэффициент облученности поверхности F_τ с поверхности $F_п$.

При конденсации водяных паров на поверхности или при испарении с нее влаги происходит выделение теплоты фазового превращения воды $q_ф$, которое должно быть учтено в формуле (3.7) как составляющая общего теплообмена:

$$q_ф = i\, r \cdot 10^{-3},\qquad(3.16)$$

где r — скрытая теплота фазового превращения воды, ккал/кг;

$$r = 597{,}3 + 0{,}43\, t_в - \tau;\qquad(3.17)$$

i — интенсивность конденсации или испарения влаги, г/м²·ч:

$$i = \beta\,(e_в - E_\tau);\qquad(3.18)$$

$e_в$ — упругость водяных паров в воздухе помещения, мм рт. ст.;

E_τ — упругость водяного пара, полностью насыщающего воздух при температуре поверхности τ, мм рт. ст. (см. табл. 1.1);

β — коэффициент массообмена на поверхности в помещении, г/(м²·ч·мм рт. ст.):

$$\beta \approx 3\,\Delta t^{1/3}\,\Delta e^{2/3};\qquad(3.19)$$

Δt — разность температур $t_в$ и τ;

Δe — разность упругостей $e_в$ и E_τ.

Дополнительные потоки тепла $q_р$ и $q_ф$ могут быть учтены при расчете общего теплообмена на поверхности с помощью условной температуры помещения

$$t_{п.усл} = t_п \pm \frac{q_р}{\alpha} \pm \frac{q_ф}{\alpha}\qquad(3.20)$$

(при дополнительных тепловыделениях на поверхности принимается знак плюс, при теплоотдаче — минус). При использовании $t_{п.усл}$ общий поток тепла на поверхности

$$q = \alpha\,(t_{п.усл} - \tau).\qquad(3.21)$$

В. Теплообмен на наружной поверхности ограждений здания. При теплотехническом расчете ограждения коэффициент теплообмена на наружной поверхности определяется по табл. 3.3 (составленной по табл. 7 главы СНиП II-А.7-71).

Г. Теплопередача через воздушную прослойку. Сопротивление теплопередаче замкнутых (герметичных) воздушных прослоек в зависимости от их толщины и расположения, а также от направления теплового потока следует определять по табл. 3.4 (составленной по табл. 4 главы СНиП II-А.7-71).

Сопротивление теплопередаче вентилируемых (негерметичных) воздушных прослоек следует определять специальным расчетом. При расчете ограждения со сплошной прослойкой, вентилируемой наружным воздухом, допускается при определении R_0 учитывать только часть конструкции, расположенную между прослойкой и помещением.

ТАБЛИЦА 3.3

КОЭФФИЦИЕНТ ТЕПЛООБМЕНА НА НАРУЖНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ОГРАЖДЕНИЯ $\alpha_н$

Поверхности	Значения $\alpha_н$, ккал/(м²·ч·°С), в условиях	
	зимних	летних
Наружных стен и заполнений световых проемов	20	$5+10\sqrt{v_н}$
Покрытий	20	$7{,}5+2{,}2\,v_н$
Выходящие на чердак	10	10
Над холодными подвалом и подпольем	5	5
Вентилируемых воздушных прослоек и холодных (проветриваемых) подполий зданий, сооружаемых в северной строительно - климатической зоне	15	15

ТАБЛИЦА 3.4

ТЕРМИЧЕСКИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ЗАМКНУТЫХ ВОЗДУШНЫХ ПРОСЛОЕК $R_{в.пр}$

Толщина прослойки, мм	Значения $R_{в.пр}$, м²·ч·°С/ккал, для горизонтальных прослоек при потоке тепла			
	снизу вверх и для вертикальных прослоек при температуре воздуха в прослойке		сверху вниз при температуре воздуха в прослойке	
	положительной	отрицательной	положительной	отрицательной
10	0,15	0,17	0,15	0,18
20	0,16	0,18	0,18	0,22
30	0,16	0,19	0,19	0,24
50	0,16	0,2	0,2	0,26
100	0,17	0,21	0,21	0,27
150	0,18	0,21	0,22	0,28
200—300	0,18	0,22	0,22	0,28

Примечание. Величины $R_{в.пр}$ определены при разности температур на поверхностях прослоек, равной 10°. Величины, приведенные в таблице, необходимо умножать:

при разности температур 8° . . . . . . на коэффициент 1,05
» » » 6° . . . . . . » » 1,1
» » » 4° . . . . . . » » 1,15
» » » 2° . . . . . . » » 1,2

3.2. Нестационарная теплопередача

При пуске системы отопления, прекращении подачи тепла, регулировании теплоподачи, периодическом и прерывистом отоплении, изменяющихся бытовых и технологических тепловыделениях в помещении и элементах системы возникают процессы нестационарной теплопередачи. Их можно разделить на две основные группы: 1) переходные, когда изменяется распределение температуры от одного стационарного состояния к другому; 2) периодически изменяющиеся.

А. Переходные тепловые процессы. При расчете разогрева (остывания) емких нагревательных приборов или расширительного сосуда системы и расчете со-

ставляющих теплового баланса промышленных помещений (при охлаждении или нагревании изделий) необходимо рассматривать переходный процесс нагревания (охлаждения) тел. Изменение температуры t тел с большой теплопроводностью (емкости с водой, нагревательные приборы систем отопления, металлические предметы) определяется их теплоемкостью c и интенсивностью теплообмена на поверхности. Изменение во времени z относительной избыточной температуры

$$\Theta = \frac{t - t_{\text{кон}}}{t_{\text{нач}} - t_{\text{кон}}} = e^{-\frac{z}{CR_{\text{п}}}}, \qquad (3.22)$$

где $t_{\text{нач}}, t_{\text{кон}}$ — начальное и конечное значения температуры тела;

C — теплоемкость тела:

$$C = c\gamma V; \qquad (3.23)$$

$c\gamma$ — объемная теплоемкость, ккал/(м³·°С);

V — объем тела, м³;

$R_{\text{п}}$ — сопротивление теплообмену на поверхности площадью F:

$$R_{\text{п}} = 1/\alpha F; \qquad (3.24)$$

α — коэффициент теплообмена на поверхности, определяемый по формуле (3.12) или рис. 3.1.

Количество тепла q, ккал/(м²·ч), проходящее через поверхность F в момент времени z,

$$q = \frac{1}{R_{\text{п}}}(t - t_{\text{кон}}); \qquad (3.25)$$

Полное количество тепла, полученное или отданное телом за первые часы до момента времени z, когда температура изменилась от $t_{\text{нач}}$ до t,

$$Q = C(t_{\text{нач}} - t). \qquad (3.26)$$

При изменении подачи тепла в помещение, которое может быть при пуске или прекращении отопления, регулировании, аварийных ситуациях, изменении технологических или бытовых тепловыделений, в конструкциях происходит процесс *одностороннего разогрева или охлаждения*. Вследствие этого необходимо определить допустимость изменения температуры поверхности (во избежание перегрева, образования конденсата и т. д.).

При одностороннем нагреве (охлаждении) или при изменении теплового потока на поверхности температурное поле в ограждении имеет вид, приведенный на рис. 3.2, где

$$\Theta = \frac{t(x,z) - t(x,0)}{t(x,\infty) - t(x,0)} = \frac{t(x,z) - t(x,0)}{qR_{\text{о}}} = f(\text{Fo}, x/l), \qquad (3.27)$$

здесь $t(x, z)$, $t(x, 0)$, $t(x, \infty)$ — температура в сечении x ограждения в моменты времени z, 0 и ∞;

q — измененный тепловой поток на поверхности, под влиянием которого возник переходный тепловой процесс;

$R_{\text{о}}$ — общее сопротивление теплопередаче ограждения (l — толщина ограждения с учетом слоев, сопротивление которых эквивалентно сопротивлению теплообмену на поверхностях: $l = R_{\text{о}}\lambda$; λ — коэффициент теплопроводности материала ограждения);

Fo — критерий Фурье:

$$\text{Fo} = \frac{z}{CR_{\text{о}}}; \qquad (3.28)$$

C — теплоемкость ограждения, равная $c\gamma\delta$ (δ — толщина ограждения без эквивалентных слоев).

На рис. 3.2 построено температурное поле в ограждении для случая одностороннего разогрева, когда тепловой поток на поверхности ограждения изменяется от

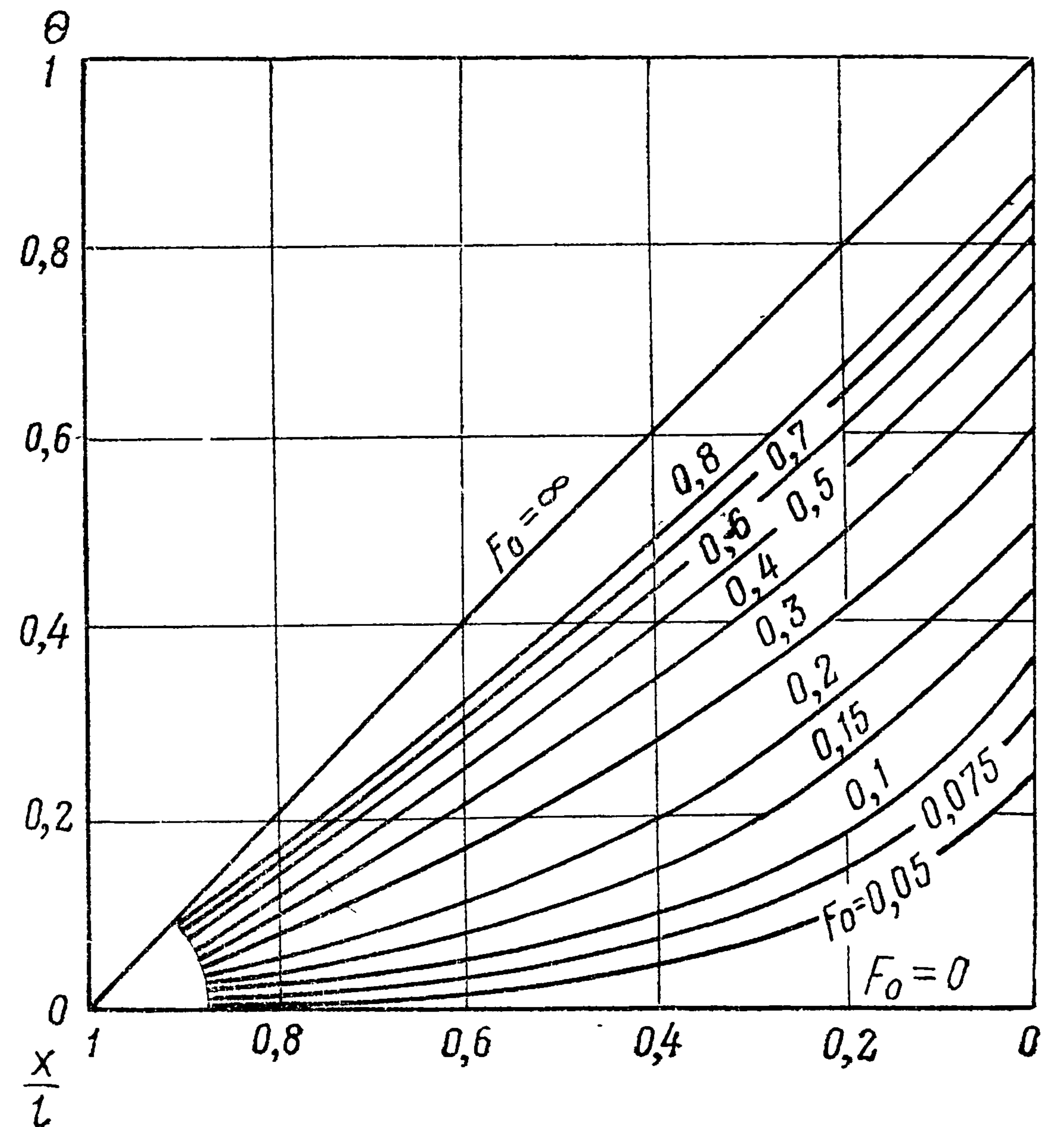


Рис. 3.2. Температурное поле в ограждении для случая одностороннего нагрева (охлаждения), когда задано изменение теплового потока на поверхности

нуля до q. Этот график и формулу (3.27) можно применить и для случая охлаждения или произвольного изменения теплового потока на поверхности от одного значения к другому. В последнем случае q соответствует новому значению теплового потока, а Θ определяет относительную избыточную (к начальному стационарному состоянию) температуру.

Б. Периодические тепловые процессы. При периодически изменяющихся внешних и внутренних тепловых воздействиях в ограждениях помещения происходят тепловые процессы, определяемые их теплоустойчивостью. *Теплоустойчивость есть свойство ограждения сохранять относительное постоянство температуры при колебаниях теплового потока.* Теплоустойчивость ограждения проявляется относительно колебаний внутренних тепловых воздействий в помещении и относительно изменений наружной температуры.

Теплоустойчивость ограждения относительно колебаний внутренних тепловых воздействий. Это свойство характеризуется коэффициентом теплоусвоения его внутренней поверхности Y, ккал/(м²·ч·°С), который равен отношению амплитуды колебания теплового потока на поверхности A_q к амплитуде колебания температуры поверхности A_τ:

$$Y = A_q / A_\tau. \qquad (3.29)$$

При определении Y учитывается только «слой резких колебаний» δ, м, в пределах которого показатель тепловой инерции D [см. формулу (3.43)] равен 1. Для однородной конструкции

$$D = RS = 1 \text{ и } \delta = \lambda / S, \quad (3.30)$$

где $R = \delta/\lambda$ — сопротивление теплопроводности «слоя резких колебаний»;

S — коэффициент теплоусвоения материала ограждения, ккал/(м²·ч·°С):

$$S = \sqrt{\frac{2\pi\lambda c \gamma}{T}}. \quad (3.31)$$

Для периода колебаний $T = 24$ ч

$$S_{24} = 0{,}51\sqrt{\lambda c \gamma}. \quad (3.32)$$

При расчете коэффициента теплоусвоения ограждения Y могут встретиться следующие характерные случаи.

1. Если первый материальный слой ограждения, непосредственно примыкающий к внутренней поверхности ограждения, имеет $D_1 \geqslant 1$,

$$Y = S_1, \quad (3.33)$$

где S_1 — коэффициент теплоусвоения материала первого слоя.

2. Если $D_1 < 1$:

$$Y = \frac{R_1 S_1^2 + Y_2}{1 + R_1 Y_2}, \quad (3.34)$$

где R_1, S_1 — сопротивление теплопроводности и коэффициент теплоусвоения материала первого слоя;

Y_2 — коэффициент теплоусвоения поверхности второго слоя в ограждении, определяемый по уравнениям (3.33) и (3.34), с той лишь разницей, что в формулах первый слой заменяется на второй.

3. Если вся толща ограждения имеет $D = \Sigma RS < 1$, при расчете Y по п. 2 коэффициент теплоусвоения на наружной поверхности принимается равным $\alpha_н$.

4. Для внутренних ограждений, разделяющих помещения, при определении Y учитывается только часть конструкции до тепловой оси симметрии ограждения между помещениями. Если D этой части конструкции меньше 1, то Y определяют по формуле (3.34), принимая коэффициент теплоусвоения поверхности на оси симметрии ограждения равным нулю. Поэтому, например, для однородного внутреннего ограждения, если D до оси симметрии менее 1,

$$Y = R_{о.с} S^2, \quad (3.35)$$

где $R_{о.с}$ — сопротивление теплопроводности части конструкции до оси симметрии.

5. Если ограждение не обладает теплоинерционностью (воздушная прослойка, окно), то $S_1 = 0$. Поэтому для окна

$$Y_{ок} = \frac{\alpha_н}{1 + R_1 \alpha_н}, \quad (3.36)$$

где

$$R_1 = R_{ок} - R_в - R_н.$$

Связь между изменениями теплового потока A_q на поверхности ограждения и температуры помещения $A_{t_п}$ устанавливает коэффициент теплопоглощения поверхности ограждения, ккал/(м²·ч·°С):

$$B = \frac{0{,}9\,A_q}{A_{t_п}}, \quad (3.37)$$

который связан с Y зависимостью

$$\frac{1}{B} \approx \frac{1}{Y} + \frac{1}{\alpha_в}; \quad B \approx \frac{1}{\frac{1}{Y} + \frac{1}{\alpha_в}} = \frac{\alpha_в Y}{Y + \alpha_в}. \quad (3.38)$$

Из первой записи видно, что сопротивление теплопоглощению $1/B$ равно сумме сопротивлений теплоусвоению $1/Y$ и теплообмену $1/\alpha_в$.

При однородном ограждении и правильных гармонических колебаниях изменение теплового потока q опережает изменение температуры поверхности τ на величину $\varepsilon_Y = T/8$ и температуры помещения $t_п$ на величину

$$\varepsilon_в = \frac{T}{8} - Б\left(\frac{\alpha_в}{Y}\right) T; \quad (3.39)$$

значения $Б\ (\alpha_в/Y)$ даны в табл. 3.5.

ТАБЛИЦА 3.5

ЗНАЧЕНИЯ $Б\ (\alpha_в/Y)$

$\alpha_в/Y$	0	0,5	1	2	4	8
$Б\left(\frac{\alpha_в}{Y}\right)10^2$	12,5	8,4	6,25	4,1	2,4	1,3

Теплоустойчивость ограждения относительно изменений наружной температуры. Это свойство характеризуется двумя показателями:

а) показателем сквозного затухания колебаний ϑ наружной температуры при прохождении температурной волны через ограждение:

$$\vartheta = A_{t_н} / A_{\tau_в}, \quad (3.40)$$

где $A_{t_н}$ и $A_{\tau_в}$ — амплитуды колебаний температуры наружного воздуха и температуры внутренней поверхности наружного ограждения;

б) показателем запаздывания температурных колебаний ε, равным отставанию во времени колебаний температуры внутренней поверхности ограждения от колебаний температуры наружного воздуха при проникании через ограждение температурной волны.

Показатели ϑ и ε для однородного или многослойного ограждения, теплотехнические свойства которого в основном определяются двумя слоями (теплоизоляционным и конструктивным), равны:

$$\vartheta = 2^D \left(0{,}83 + 3\frac{\Sigma R}{D}\right) \beta_{сл}\, \beta_{в.пр}; \quad (3.41)$$

$$\varepsilon = 2{,}7\,D - 0{,}4, \quad (3.42)$$

где D — показатель тепловой инерции ограждения:

$$D = \Sigma RS, \quad (3.43)$$

R, S — сопротивление теплопроводности и коэффициент теплоусвоения материальных слоев в ограждении;

$\beta_{сл}$ — коэффициент, учитывающий расположение двух основных слоев в конструкции ограждения:

$$\beta_{сл} = 0{,}85 + 0{,}15\, S_2/S_1; \quad (3.44)$$

S_1, S_2 — коэффициенты теплоусвоения материала основных слоев в порядке их расположения по ходу температурной волны (от наружной к внутренней поверхности);

$\beta_{в.пр}$ — коэффициент, учитывающий влияние воздушной прослойки:

$$\beta_{в.пр} = 1 + 0{,}5\, R_{в.пр} \frac{D}{\Sigma R}. \qquad (3.45)$$

Величина ϑ для однородных ограждений (при $\beta_{сл} = 1$ и $\beta_{в.пр} = 1$) определяется по рис. 3.3.

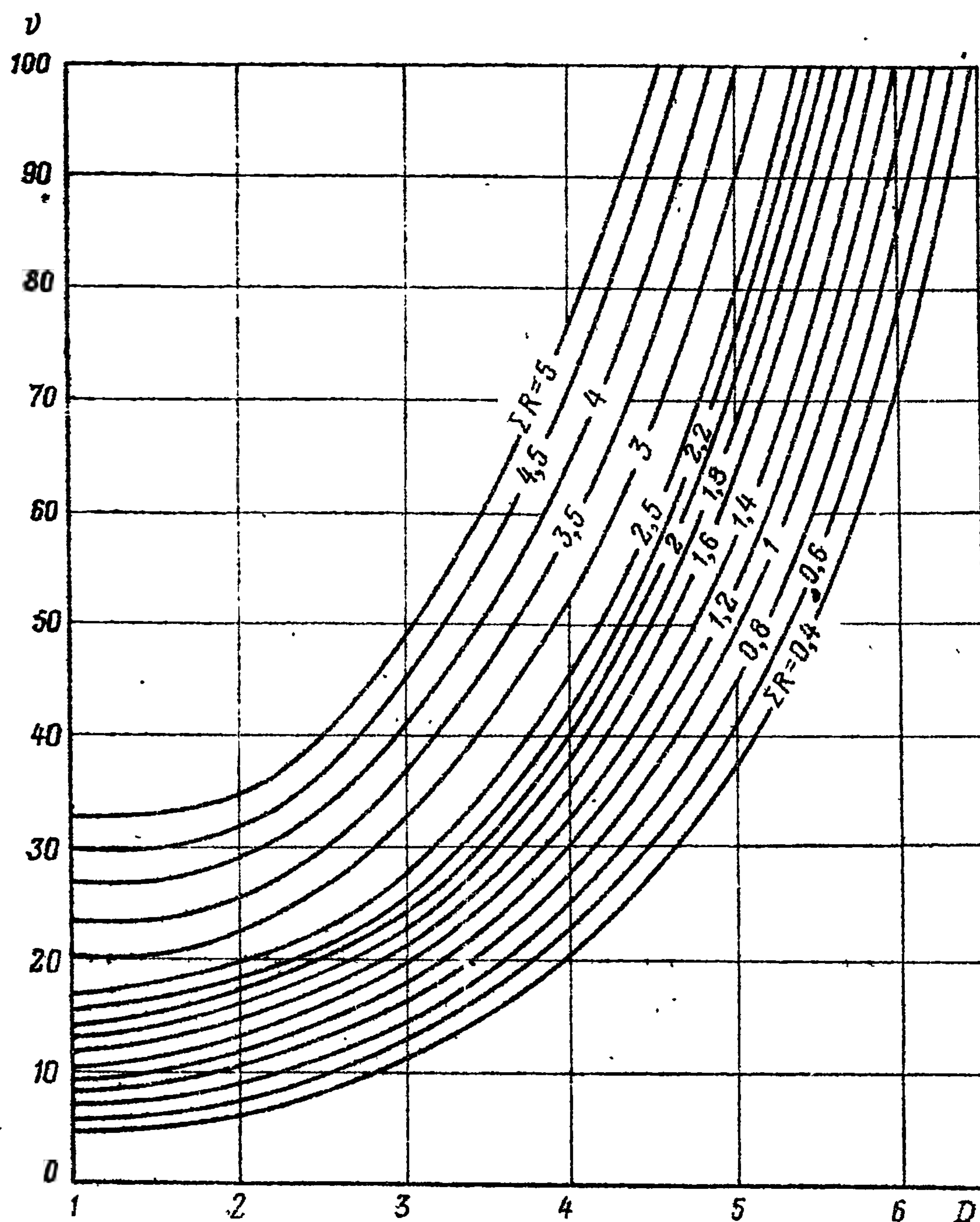


Рис. 3.3. Показатель сквозного затухания колебаний наружной температуры в однородном ограждении

При D ограждения, приблизительно равном 1,5 или меньше, показатель ϑ равен своему минимально возможному значению:

$$\vartheta = \vartheta_{мин} = R_0/R_в. \qquad (3.46)$$

Теплоустойчивость ограждения при понижении температуры в период резкого похолодания. Для зимних условий характерным изменением наружной температуры является разовое резкое похолодание, когда наружная температура изменяется по кривой, близкой к треугольной. Для определения изменения температуры внутренней поверхности и теплопотерь через ограждения с разной тепловой инерцией необходим расчет затухания разового понижения наружной температуры [1].

Теплоустойчивость пола. Характеристикой теплоустойчивости пола (при контакте ноги человека с полом) является показатель тепловой активности B_0. Для пола из однородного материала B_0 равен коэффициенту тепловой активности b, ккал/(м²·ч$^{1/2}$·°С):

$$B_0 = b = \sqrt{\lambda c \gamma}. \qquad (3.47)$$

Если толщина верхнего слоя материала конструкции оказывается такой, что величина, обратная критерию Фурье, $1/\mathrm{Fo}'$ для этого слоя

$$\frac{1}{\mathrm{Fo}'} = \frac{\Delta_1^2 c\gamma_1}{\lambda_1 \Delta\tau} \leqslant 3, \qquad (3.48)$$

то

$$B_0 = b_1 (1 + k), \qquad (3.49)$$

где Δ_1, λ_1, $c\gamma_1$ — толщина, теплопроводность и объемная теплоемкость первого (верхнего) слоя;

$\Delta\tau$ — приведенное время контакта ноги с полом, принимаемое равным 0,1 ч;

b_1 — коэффициент тепловой активности первого слоя:

$$b_1 = \sqrt{\lambda_1 c\gamma_1}; \qquad (3.50)$$

k — коэффициент, значения которого в зависимости от отношения b_2/b_1 (коэффициентов тепловой активности второго и первого слоев) и от $1/\mathrm{Fo}'$ приведены в табл. 3.6.

ТАБЛИЦА 3.6

ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА k

b_2/b_1	$1/\mathrm{Fo}'$				
	0,01	0,1	0,5	1	2,5
0,2	−0,7	−0,55	−0,27	−0,12	−0,03
1	0	0	0	0	0
2	0,75	0,42	0,15	0,06	0,01
3	1,4	0,7	0,24	0,09	0,02

Если второй слой имеет $1/\mathrm{Fo}'$ также $\leqslant 3$, то показатель его тепловой активности определяется по формуле (3.49) с заменой b_1 на b_2.

Теплоустойчивость помещения. *Теплоустойчивостью помещения называется его свойство поддерживать относительное постоянство температуры при периодически изменяющихся теплопоступлениях.* Теплоустойчивость помещения характеризуется двумя показателями:

а) показателем теплоусвоения помещения

$$Y_{пом} = \Sigma Y_i F_i, \qquad (3.51)$$

где Y_i, F_i — коэффициенты теплоусвоения и площади поверхностей, обращенных в помещение;

б) показателем теплопоглощения помещения

$$P_{пом} = P_{огр} + P_{вент}, \qquad (3.52)$$

где $P_{огр}$ — показатель теплопоглощения поверхностей всех ограждений в помещении:

$$P_{огр} = \Sigma B_i F_i \approx \frac{1}{\dfrac{1}{Y_{пом}} + \dfrac{1}{\Lambda}}; \qquad (3.53)$$

B_i и F_i — коэффициенты теплопоглощения и площади отдельных поверхностей;

Λ — показатель интенсивности теплообмена на всей площади ограждений помещения:

$$\Lambda = \bar{\alpha}\, \Sigma F_i; \qquad (3.54)$$

[1] См. сноску на с. 11.

$\bar{\alpha}$ — осредненный по всем поверхностям помещения коэффициент теплообмена;

$P_{вент}$ — показатель теплопоглощения в результате вентиляционного воздухообмена:

$$P_{вент} = Lc\gamma; \qquad (3.55)$$

L — воздухообмен в помещении, м³/ч;

$c\gamma$ — объемная теплоемкость воздуха, равная 0,3 ккал/(м³·°С).

Неравномерность поступления тепла в помещение, например от нагревательного устройства при периодическом отоплении, характеризуется коэффициентом неравномерности

$$M = \frac{Q_{макс}-Q_{мин}}{2Q_{ср}}, \qquad (3.56)$$

где $Q_{ср}$, $Q_{макс}$, $Q_{мин}$ — среднее за период, максимальное и минимальное теплопоступление в помещение.

При правильных гармонических колебаниях теплопоступлений

$$M = A_Q/Q_{ср}. \qquad (3.57)$$

где A_Q — амплитуда изменения теплопоступлений:

$$A_Q = \frac{Q_{макс}-Q_{мин}}{2}. \qquad (3.58)$$

При прерывистой подаче тепла, т. е. когда в течение m часов в помещение поступает постоянное количество тепла $Q_{макс}$, а в течение n часов подачи тепла нет и $Q_{мин}=0$:

$$Q_{ср} = \frac{Q_{макс}\,m}{m+n}; \qquad (3.59)$$

$$M = \frac{n+m}{2m}, \qquad (3.60)$$

где $n+m=T$ — общий период прерывистой подачи тепла.

При прерывистой подаче тепла

$$P_{огр} = \frac{1}{\Omega/Y_{пом} + 1/\Lambda}, \qquad (3.61)$$

где Ω — коэффициент прерывистости, определяемый по табл. 3.7.

ТАБЛИЦА 3,7

КОЭФФИЦИЕНТ ПРЕРЫВИСТОСТИ Ω

m/T	0	1/8	1/4	3/8	1/2	5/8	3/4	7/8	1
Ω	0	0,73	0,84	0,84	0,76	0,63	0,45	0,24	0

Расчетом теплоустойчивости помещения можно определить наибольшие отклонения температуры помещения от среднего значения $At_п$. Амплитуда $At_п$:

при гармонических колебаниях теплопоступлений

$$At_п \approx \frac{0{,}9\,A_Q}{\dfrac{1}{1/Y_{пом} + 1/\Lambda} + Lc\gamma}; \qquad (3.62)$$

при прерывистых теплопоступлениях

$$At_п = \frac{0{,}9\,Q_{макс}}{\dfrac{1}{\Omega/Y_{пом}+1/\Lambda} + Lc\gamma}. \qquad (3.63)$$

При отоплении пропусками или при сменной работе системы отопления ее установочная мощность $Q_{уст.от}$ должна быть в $2M$ раз больше $Q_{ср}$.

Режим работы отопления пропусками определяется по допустимому колебанию температуры в помещении $A_{t_п}^{доп}$ по главе СНиП II-Г.7-62. Из формулы (3.63) следует, что M при этом должно быть равно:

$$M = \frac{A_{t_п}^{доп}}{1{,}8Q_{ср}}\left(\frac{1}{\Omega/Y_{пом}+1/\Lambda} + Lc\gamma\right). \qquad (3.64)$$

3.3. Теплопередача через элементы ограждений с двухмерными температурными полями

В ограждающих конструкциях, особенно в стеновых панелях современных зданий, фактически нельзя выделить площадь, в пределах которой обеспечивается одномерность температурного поля. Основную площадь ограждения занимают участки, примыкающие к наружным и внутренним углам, откосам оконных проемов, стыкам внутренних и наружных ограждений, теплопроводным включениям. В этих участках формируются сложные двух- и трехмерные температурные поля, часто приводящие к увеличению теплопотерь и понижению температуры внутренней поверхности ограждений.

Расчет состоит в определении фактических потерь тепла через сложные элементы и наиболее низкой температуры их внутренней поверхности.

Потери тепла удобно определять с помощью фактора формы f сложного элемента ограждения, который показывает, во сколько раз количество тепла, проходящего через внутреннюю поверхность шириной в два калибра af (один калибр равен условной толщине ограждения $\lambda R_о$) элемента с многомерным температурным полем, больше потерь тепла через поверхность глади ограждения (одномерное поле) в пределах тех же двух калибров.

Ниже приведены факторы формы и температуры поверхностей простейших характерных элементов однородных ограждений с двухмерными температурными полями (рис. 3.4). Для сложных конструкций необходим расчет температурного поля методами конечных разностей, электротепловой аналогии или с помощью ЭВМ.

Н а р у ж н ы й у г о л. Фактор формы $f_{уг}=0{,}68$ по наружному обмеру ограждения и $f_{уг}=1{,}18$ по внутреннему обмеру. Наиболее низкая температура $\tau_х$ внутренней поверхности в углу определяется по формуле

$$\frac{\tau_в - \tau_х}{t_в - t_н} \approx 0{,}18\,(1 - 0{,}2\,R_о). \qquad (3.65)$$

О т к о с о к о н н о г о п р о е м а. Фактор формы $f_{отк}=1{,}5$ (при определении $af=2\lambda R_о'$, где $R_о'$ — сопротивление теплопередаче внутренней части ограждения до оси заполнения оконного проема).

С т ы к в н у т р е н н е г о и н а р у ж н о г о о г р а ж д е н и й. Фактор формы стыка $f_{ст}=0{,}95$ по наружному обмеру и $f_{ст}=1{,}2$ по внутреннему обмеру (в одну сторону от оси стыка).

Теплопроводное включение (рис. 3.5, *а*). Фактор формы $f_{\text{вкл}}$ в одну сторону от оси включения равен:

$$f_{\text{вкл}} = 1 + \frac{a}{4\lambda}(k_{\text{т.вкл}} - k), \qquad (3.66)$$

где $k_{\text{т.вкл}}$, k — коэффициенты теплопередачи, рассчитанные по сечениям соответственно теплопроводного включения и основной конструкции;

a — ширина включения;

λ — теплопроводность теплоизоляционного материала основной конструкции.

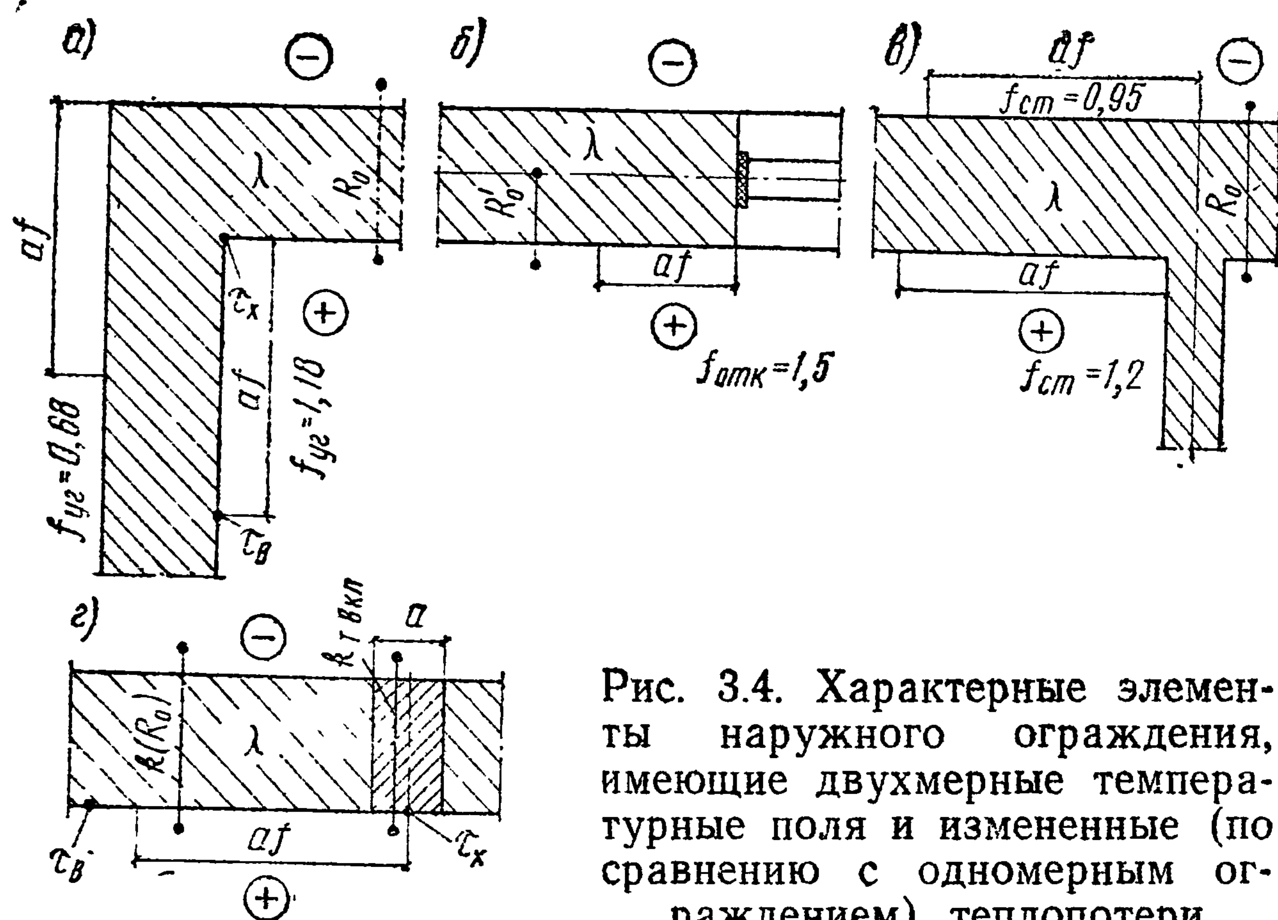


Рис. 3.4. Характерные элементы наружного ограждения, имеющие двухмерные температурные поля и измененные (по сравнению с одномерным ограждением) теплопотери

а — наружный угол; *б* — откос оконного проема; *в* — стык внутреннего и наружного ограждения; *г* — теплопроводное включение

Наиболее низкая температура внутренней поверхности ограждения в зоне включения

$$\tau_x = \tau_{\text{в}} - \eta(\tau_{\text{в}} - \tau_{\text{т.вкл}}), \qquad (3.67)$$

где η — коэффициент, определяемый по рис. 3.5, *б*;

$\tau_{\text{т.вкл}}$ — температура внутренней поверхности ограждения, имеющего коэффициент теплопередачи $k_{\text{т.вкл}}$.

Приведенное сопротивление теплопередаче сложного ограждения. Для расчета теплопотерь через сложные ограждения необходимо пользоваться приведенным сопротивлением теплопередаче $R_{\text{о.пр}}$, которое может заметно отличаться от сопротивления теплопередаче по глади ограждения $R_{\text{о}}$. Для простенков трехслойных панелей

$$R_{\text{о.пр}} \approx 0{,}6\,R_{\text{о}} + (0{,}3\ldots0{,}08), \qquad (3.68)$$

где 0,3 и 0,08 относится к утеплителю с λ, соответственно, равной 0,15 и 0,08.

В других случаях приведенное сопротивление может быть определено по формуле

$$R_{\text{о.пр}} = R_{\text{о}} \frac{1}{1 + \frac{1}{F}\Sigma a f_i (f_i - 1)\, l_i}, \qquad (3.69)$$

где $R_{\text{о}}$ — сопротивление теплопередаче по глади ограждения;

F — площадь ограждения по внутреннему или внешнему обмеру;

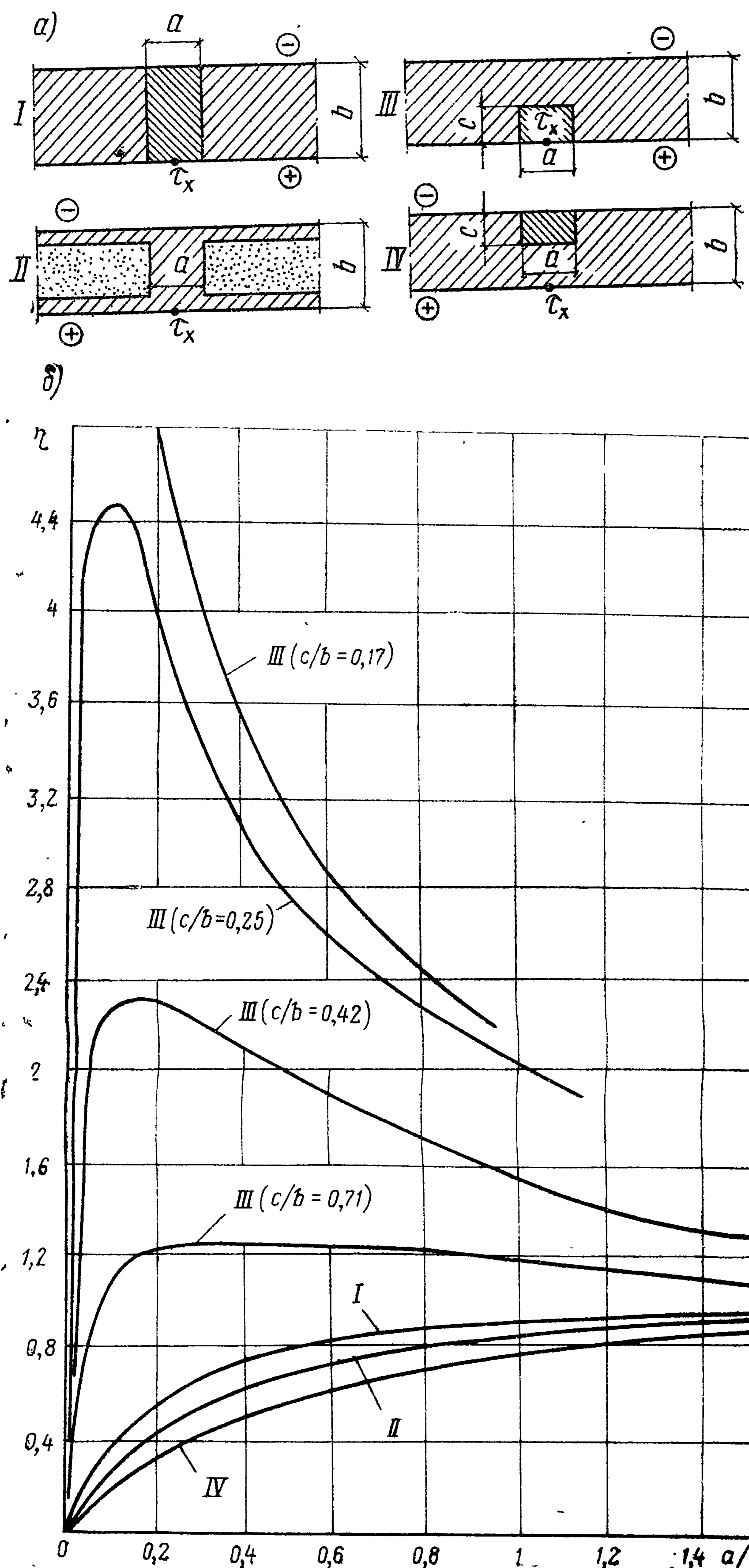


Рис. 3.5. Виды теплопроводных включений (*а*) и кривые зависимости температурного коэффициента η от размеров и вида включения (*б*) (для III вида включения при разных c/b)

f_i, l_i, af_i — фактор формы, протяженность и ширина в два калибра участка i-го элемента конструкции с двухмерным температурным полем.

Глава 4. ВОЗДУХОПРОНИЦАЕМОСТЬ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И КОНСТРУКЦИЙ

Для массива ограждений и панелей характерен ламинарный режим фильтрации воздуха и воздухопроницаемость определяется формулой

$$j = \frac{1}{R_и} \Delta p, \qquad (4.1)$$

где j — расход воздуха, кг/(м²·ч);
Δp — разность давлений воздуха с двух сторон ограждения, мм вод. ст. или кгс/м²;
$R_и$ — сопротивление воздухопроницанию ограждения, мм вод. ст.·м²·ч/кг.

Для многослойных ограждений $R_и$ равно сумме сопротивлений воздухопроницанию отдельных слоев, расположенных последовательно по движению воздуха:

$$R_и = \Sigma R_{и,i}. \qquad (4.2)$$

Сопротивления воздухопроницанию отдельных слоев материалов приведены в приложении 4 главы СНиП II-А.7-71.

Для отверстий характерен турбулентный режим движения воздуха; расход воздуха

$$j = i\Delta p^{1/2}, \qquad (4.3)$$

где i — коэффициент воздухопроницаемости (проводимости), кг/(м²·ч·мм вод. ст.$^{1/2}$).

Общий расход воздуха, кг/ч, через всю площадь отверстия

$$G = \left(\frac{\Delta p}{S}\right)^{1/2}, \qquad (4.4)$$

где S — характеристика сопротивления воздухопроницанию отверстия, мм вод. ст. (кг/ч)².

Для окон, закрытых дверей и ворот промышленных зданий

$$S_{ок} = \frac{\Sigma\zeta_{щ}}{(15{,}9\cdot10^3)^2 (\delta_{щ} l_{щ})^2 \gamma}, \qquad (4.5)$$

где $\Sigma \xi_{щ}$ — сумма коэффициентов местных сопротивлений щелей притвора (4 — для притвора одинарной двери, 8— двойной);
$(15{,}9\cdot10^3)^2$ — числовой коэффициент $(2g\cdot3600^2)$;
$\delta_{щ}$, $l_{щ}$ — ширина и длина щелей притвора;
γ — объемная масса воздуха, проходящего через притвор.

Для открытых проемов

$$S_{пр} = \frac{1}{(15{,}9\cdot10^3)^2 (\mu_{пр} F_{пр})^2 \gamma}, \qquad (4.6)$$

где $\mu_{пр}$, $F_{пр}$ — коэффициент расхода (обычно 0,65) и площадь проема (отверстия).

Для вытяжных шахт, участков воздуховодов и каналов

$$S_{ш} = \frac{R\beta' l + z}{G^2}, \qquad (4.7)$$

где $R\beta' l + z$ — потери давления на трение и местные сопротивления при расходе воздуха G.

Воздухопроницаемость окон гражданских зданий характеризуется смешанным режимом фильтрации, для которого

$$\Delta p = Aj + Бj^2 \qquad (4.8)$$

или

$$j = \frac{-A + \sqrt{A^2 + 4Б\,\Delta p}}{2Б}. \qquad (4.9)$$

Параметры A и $Б$ приведены в табл. 11 главы СНиП II-А.7-71, там же приведены значения коэффициента воздухопроницаемости i окон при Δp, равной 1 мм вод. ст.

Глава 5. ВЛАГОПЕРЕДАЧА И ВЛАЖНОСТНЫЙ РЕЖИМ ОГРАЖДЕНИЙ

Перенос влаги в ограждающих конструкциях происходит аналогично передаче тепла. Термодинамическим показателем влажностного состояния материала является потенциал влажности θ, измеряемый градусами влажности (°В). При гигроскопической влажности материалов за потенциал влажности принимают парциальное давление водяного пара, мм рт. ст., в воздухе, находящемся во влажностном равновесии с материалом.

Влажностное состояние материала, воздуха помещения и окружающей ограждение наружной среды оценивается относительным потенциалом влажности φ_θ (при гигроскопической влажности — относительной влажностью воздуха φ).

Сопротивление влагопередаче отдельных слоев ограждения $R_{п,i}$ вычисляется по формуле

$$R_{п,i} = \delta_i/\mu_i, \qquad (5.1)$$

где δ_i — толщина слоя материала, м;
μ_i — проводимость влаги материалом слоя [размерность в шкале парциального давления водяного пара г/(м²·ч·мм рт. ст.)], принимаемая по табл. 1 приложения 2 главы СНиП II-А.7-71.

Сопротивление влагопередаче многослойного ограждения принимается равным сумме сопротивлений влагопередаче слоев.

Расчетные величины сопротивлений влагопередаче некоторых листовых материалов и тонких слоев пароизоляции приведены в таблице приложения 5 главы СНиП II-А.7-71.

Выбор расчетных значений теплофизических характеристик влажных материалов в ограждениях. Теплофизические характеристики строительных материалов в ограждении определяются графами А, Б и Б* табл. 1 приложения 2 СНиП II-А.7-71 в зависимости от влажностного состояния материала в ограждении. Для однослойных ограждений влажностное состояние материалов может быть определено по табл. 2 приложения 2 СНиП II-А.7-71. Для многослойных конструкций данных Строительных норм и правил недостаточно. Ниже приведены рекомендации для расчета влажностного состояния таких конструкций.

Относительный потенциал влажности материала φ_θ находится по потенциалу влажности материала слоя в конструкции многослойного ограждения θ_i и максимальному сорбционному потенциалу влажности $\theta_{м.с}$, соответствующему среднегодовой температуре материала слоя t_i, по формулам:

при $\theta_{м.с} < 40$ °В

$$\varphi_\theta = \frac{\theta_i - 8{,}1}{\theta_{м.с} - 8{,}1}; \qquad (5.2)$$

при $\theta_{м.с} > 40$ °В

$$\varphi_\theta = \frac{\theta_i - 8,1}{0,862\,\theta_{м.с} + 24,7}. \qquad (5.3)$$

Максимальный сорбционный потенциал влажности $\theta_{м.с}$ определяется по табл. 5.1.

ТАБЛИЦА 5.1

МАКСИМАЛЬНЫЕ СОРБЦИОННЫЕ ПОТЕНЦИАЛЫ ВЛАЖНОСТИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

t, °С	$\theta_{м.с}$, °В	t, °С	$\theta_{м.с}$, °В	t, °С	$\theta_{м.с}$, °В
—20	8,7	—3	15,5	+6	19,7
—15	10,3	—2	16	+7	20,5
—10	12,5	—1	16,3	+8	20,8
—9	13	0	16,7	+9	21,8
—8	13,5	+1	17,1	+10	23
—7	13,8	+2	17,5	+15	31,7
—6	14,2	+3	18	+20	100
—5	14,7	+4	18,3	+25	236,5
—4	15	+5	19,2	+30	414

ТАБЛИЦА 5.2

СРЕДНЕГОДОВЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ТЕМПЕРАТУР И ПОТЕНЦИАЛА ВЛАЖНОСТИ ПОМЕЩЕНИЙ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Помещения	Влажностный режим	Среднегодовые значения		
		$t_{в.г}$, °С	$\theta_в$, °В	$\varphi_{\theta_в}$
Проектные бюро, чертежные залы, библиотеки	Сухой	19	23	0,45
Жилые дома, поликлиники, детские ясли	Нормальный	19	24,5	0,5
Душевые, раздевалки при них	Влажный	25	До 61	До 0,75
Бани, прачечные	Мокрый	30	Более 61	Более 0,75

Потенциал влажности произвольного слоя ограждения

$$\theta_i = \theta_в + \frac{R_{п.в-i}}{R_{п.о}}(\theta_в - \theta_н), \qquad (5.4)$$

где $R_{п.в-i}$, $R_{п.о}$ — сопротивления влагопередаче соответственно от внутренней среды до центра рассматриваемого слоя i и общее для ограждения;

$\theta_в$ и $\theta_н$ — потенциалы влажности соответственно внутренней среды (табл. 5.2) и наружной среды (табл. 5.3) в зависимости от климатической зоны (см. карту главы СНиП II-А.7-71).

Среднегодовая температура рассматриваемого слоя ограждения

$$t_i = t_{в.г} - \frac{R_{в-i}}{R_о}(t_{в.г} - t_{н.г}), \qquad (5.5)$$

где $t_{в.г}$ — среднегодовая температура внутренней среды помещения (см. табл. 5.2);

$t_{н.г}$ — среднегодовая наружная температура района постройки (см. табл. 1 главы СНиП II-А.6-72);

$R_{в-i}$ — сопротивление теплопередаче от внутренней среды до середины рассматриваемого слоя i.

Теплофизические характеристики строительных материалов принимаются по табл. 1 приложения 2 главы СНиП II-А.7-71 при $\varphi_\theta \leqslant 1,1$ по графе А; при $1,1 < \varphi_\theta < 1,3$ по графе Б; при $\varphi_\theta \geqslant 1,3$ по графе Б*.

Пример 5.1. Определить толщину утепляющего слоя стены прачечной. Внутренний железобетонный слой 40 мм, гидроизоляция поверхности железобетонной плиты — покрытие поливинилхлоридным лаком за четыре раза, утеплитель — шлакопемзобетон $\gamma = 1600$ кг/м³. Район постройки — г. Липецк ($t_{н.г} = 5,1$ °С). Параметры внутренней среды: $t_в = 30$ °С, $\varphi_в = 80\%$. Ограждение легкой массивности, $R_о^{тр} = 1,16$ м²·ч·°С/ккал.

Выполним предварительный расчет, задавшись характеристиками по графе Б: $\lambda_{жб} = 1,40$; $\lambda_{шб} = 0,55$ ккал/(м·ч·°С):

$$R_{шб} = R_о^{тр} - \left(R_в + \frac{\delta_{жб}}{\lambda_{жб}} + R_н\right) = 1,16 - \left(0,133 + \frac{0,04}{1,4} + 0,05\right) = 0,948.$$

ТАБЛИЦА 5.3

ПОТЕНЦИАЛЫ ВЛАЖНОСТИ НАРУЖНОЙ СРЕДЫ

Нормируемая влажностная зона (по карте главы СНиП II-А. 7-71)	$\varphi_{\theta_н}$	$\theta_н$ при среднегодовой наружной температуре района строительства, °С						
		—3	—2	—1	0	+1	+2	+3
Влажная	2,3	23,7	24,9	26,5	28,55	29,7	31,2	33
Нормальная	2	21,7	22,8	24,1	25,5	26,8	28,2	29,7
Сухая	1,4	17,6	18,4	19,3	20,3	21,2	22,2	23,2

Продолжение табл. 5.3

Нормируемая влажностная зона (по карте главы СНиП II-А. 7-71)	$\varphi_{\theta_н}$	$\theta_н$ при среднегодовой наружной температуре района строительства, °С				
		+4	+5	+6	+8	+10
Влажная	2,3	34,8	36,7	38,3	121,5	181
Нормальная	2	31,2	33	34,8	65,8	120
Сухая	1,4	24,3	25,6	26,8	29,5	32,6

Толщина утеплителя $\delta=0{,}55\cdot0{,}948=0{,}53$ м.

На основе данных предварительного расчета определяем сопротивление влагопередаче слоев, воспользовавшись нормативными данными по паропроницаемости:

железобетон: $\mu=0{,}004$ г/(м²·ч·мм рт. ст.); $R_{п\cdot жб}=0{,}04:0{,}004=10$ м²·ч·мм рт. ст./г;

гидроизоляция: $R_{п\cdot г}=58$ м²·ч·мм рт. ст./г;

шлакопемзобетон: $\delta=0{,}53$ м; $\mu_{шб}=0{,}011$; $R_{п\cdot шб}=0{,}53:0{,}011=48{,}2$ м²·ч·мм рт. ст./г.

По табл. 5.2 для прачечных $\theta_в>61°$ В, принимаем $\theta_в=62°$ В.

Согласно табл. 5.3, при среднегодовой температуре 5,1° С для сухой зоны $\theta_н=25{,}7°$ В.

Потенциал влажности и температура утеплителя:

$$\theta_{шб}=62-\frac{10+58+\dfrac{48{,}2}{2}}{10+58+48{,}2}(62-25{,}7)=33{,}2°\ В;$$

$$t_{шб}=30-\frac{0{,}133+\dfrac{0{,}04}{1{,}4}+\dfrac{0{,}53}{2\cdot0{,}55}}{1{,}16}(30-5{,}1)=16{,}2°\ С.$$

Согласно табл. 5.1, температуре $t_{шб}=16{,}2°$ С соответствует $\theta_{м\cdot с}=35{,}6°$ В:

$$\varphi_{\theta_{шб}}=\frac{33{,}2-8{,}1}{35{,}6-8{,}1}=0{,}915<1{,}1$$

Принимаем теплофизические характеристики по графе А: $\lambda_{шб}=0{,}4$.

Толщина слоя утеплителя $\delta=0{,}4\cdot0{,}948=0{,}38$ м.

Повторный расчет $\varphi_{\theta_{шб}}$ при толщине утеплителя 0,38 м полученный результат не изменяет.

Глава 6. ЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА НАРУЖНЫХ ОГРАЖДЕНИЙ. ОБЩАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАСЧЕТА

Ограждения здания должны обладать требуемыми теплозащитными свойствами и быть в достаточной степени воздухо- и влагонепроницаемыми. Теплозащитные свойства наружных ограждений определяют двумя показателями: сопротивлением теплопередаче $R_о$ и теплоустойчивостью, которую оценивают по характеристике тепловой инерции ограждения D. Величина $R_о$ определяет сопротивление ограждения передаче тепла в стационарных условиях, а теплоустойчивость характеризует сопротивляемость ограждения передаче изменяющихся во времени периодических тепловых воздействий.

Наиболее важным является определение расчетного сопротивления теплопередаче $R_о$ основной части (глади) конструкции ограждения; с этого определения и начинают теплотехнический расчет ограждения. $R_о$ должно быть равно или больше минимально допустимого по санитарно-гигиеническим соображениям (требуемого) сопротивления $R_о^{тр}$ теплопередаче:

$$R_о\geqslant R_о^{тр}\,. \qquad (6.1)$$

Это условие необходимое, но недостаточное, поскольку при определении $R_о$ должны учитываться также и технико-экономические показатели. Если оказывается, что экономически оптимальное сопротивление теплопередаче ограждения

$$R_о^{опт}>R_о^{тр}\,, \qquad (6.2)$$

то расчетное сопротивление должно определяться по условию

$$R_о\approx R_о^{опт}. \qquad (6.3)$$

В этом случае сопротивление $R_о$ будет больше минимально допустимого $R_о^{тр}$ и целесообразно в экономическом отношении.

После определения $R_о$ глади ограждения следует проверить теплозащитные свойства сложных элементов конструкции (стыков, углов, включений). Необходимым и достаточным условием этого расчета является отсутствие выпадения конденсата на поверхностях конструкций ($\tau_x>t_р$).

Для расчета теплопотерь и тепловых условий в помещении часто требуется кроме $R_о$ рассчитать приведенное сопротивление $R_о^{пр}$ теплопередаче ограждения.

Для зданий, расположенных в южных районах, дополнительно проверяют теплоустойчивость ограждений в расчетных летних условиях. Недостаточную теплоустойчивость ограждения для зимнего периода года учитывают увеличением сопротивления ограждения теплопередаче при расчете $R_о^{тр}$.

Проверяют теплоустойчивость конструкции полов.

Для заполнения оконных и дверных проемов теплозащитные свойства регламентируются только сопротивлением теплопередаче конструкции, которое должно быть не ниже требуемого. Допустимая воздухопроницаемость окон, дверей, стыков конструкций, стен и перекрытий здания определяется нормируемыми сопротивлением воздухопроницанию, расходом воздуха, дополнительными затратами тепла или понижением температуры внутренней поверхности конструкции при инфильтрации.

Влагозащитные свойства ограждения должны исключать переувлажнение материалов за счет атмосферной влаги и диффузии водяных паров из помещения.

Процессы передачи тепла, фильтрации воздуха и переноса влаги взаимосвязаны, и одно явление оказывает влияние на другое, поэтому определение тепло-, воздухо- и влагозащитных свойств должно проводиться как общий расчет требуемых защитных свойств наружных ограждений здания.

Глава 7. ТЕПЛОЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА ОГРАЖДЕНИЙ

7.1. Требуемое (минимально допустимое) сопротивление теплопередаче

Требуемое сопротивление теплопередаче наружного ограждения выбирается исходя из условия удовлетворения санитарно-гигиеническим требованиям и определяется по формуле

$$R_о^{тр}=R_в\frac{(t_в-t_н)\,n}{\Delta t^н}\,, \qquad (7.1)$$

где $R_в$ — сопротивление теплообмену на внутренней поверхности ограждения, определяемое с учетом данных табл. 3.1 или в отдельных случаях, отмеченных в главе 2, по методике, изложенной там же;

$t_в$, $t_н$ — расчетные температуры внутреннего (см. п. 2.1) и наружного (см. п. 2.2) воздуха;

$\Delta t^н$ — нормируемый перепад температур на внутренней поверхности ограждения; принимается по табл. 7.1 (составленной по табл. 2 главы СНиП II-А.7-71);

n — коэффициент, уменьшающий расчетную разность температур для ограждений, непосредственно не соприкасающихся с на-

ружным воздухом; определяется по табл. 7.2. (составленной по табл. 1 главы СНиП II-А.7-71).

ТАБЛИЦА 7.1

НОРМИРУЕМЫЙ ПЕРЕПАД ТЕМПЕРАТУР $\Delta t^{н}$

Помещения	$\Delta t^{н}$, °С, не более	
	для наружных стен	для покрытий и чердачных перекрытий
1. Жилые, а также помещения больниц и детских яслей-садов	6	4
2. Помещения поликлиник и школ	6	4,5
3. Помещения общественных зданий (за исключением указанных в поз. 1 и 2), административных зданий, а также вспомогательных зданий и промышленных предприятий (за исключением помещений с влажным и мокрым режимами)	7	5,5
4. Отапливаемые помещения производственных зданий с расчетной относительной влажностью воздуха менее 50%	10	8
5. То же, от 50 до 60%	8	7
6. Помещения производственных зданий с избыточными тепловыделениями и расчетной относительной влажностью внутреннего воздуха не более 45%	12	12
7. Помещения производственных зданий (промышленных, сельскохозяйственных и других предприятий) с расчетной влажностью внутреннего воздуха выше 60%:		
а) в которых не допускается конденсация влаги на внутренних поверхностях стен и потолков	$t_в - t_р$	$t_в - t_р - 1$
б) в которых не допускается конденсация влаги на внутренних поверхностях потолков	7	$t_в - t_р - 0{,}5$

Примечание. Температурный перепад между расчетной температурой воздуха и температурой поверхности пола следует принимать равным: 2 °С для полов жилых зданий, больниц, детских яслей-садов; 2,5 °С для полов общественных зданий, за исключением указанных выше, а также для полов производственных зданий с постоянными рабочими местами, если на них не предусмотрены специальные мероприятия против охлаждения ног работающих. На участках, где отсутствуют постоянные рабочие места, $\Delta t^{н}$ не нормируется.

Расчетная наружная температура принимается равной средней за наиболее холодные сутки $t_{н,1}$, наиболее холодную пятидневку $t_{н,5}$ и средней между ними в зависимости от показателя тепловой инерции ограждения D (табл. 7.3).

Тепловая инерция D определяется по формуле (3.43).

ТАБЛИЦА 7.2

ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА n

Ограждения	Коэффициент n
1. Наружные стены, покрытия, перекрытия над проездами, а также перекрытия над холодными (проветриваемыми) подпольями зданий и сооружений, возводимых в районах северной строительно-климатической зоны	1
2. Чердачные перекрытия со стальной, черепичной или асбестоцементной кровлей по разреженной обрешетке и покрытия с вентилируемыми прослойками	0,9
3. Чердачные перекрытия с кровлей из рулонных материалов	0,8
4. Стены и перекрытия (за исключением указанных в поз. 8 и 9), отделяющие отапливаемые помещения от сообщающихся с наружным воздухом неотапливаемых помещений (например, тамбуров)	0,7
5. Стены и перекрытия, отделяющие отапливаемые помещения от неотапливаемых, не сообщающихся с наружным воздухом	0,4
6. Перекрытия над подпольями, расположенными ниже уровня земли, при непрерывной конструкции цоколя с $R_о$= =1 м²·ч·°С/ккал	0,4
7. То же, и перекрытия над холодными подпольями, расположенными выше уровня земли	0,75
8. Перекрытия над неотапливаемыми подвалами, расположенными ниже уровня земли или имеющими наружные стены, выступающие над уровнем земли до 1 м, с окнами в наружных стенах подвалов	0,6
9. То же, без окон	0,4

ТАБЛИЦА 7.3

РАСЧЕТНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ НАРУЖНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ

D	⩽4	4—7	⩾7
$t_н$	$t_{н,1}$	$\frac{t_{н,1}+t_{н,5}}{2}$	$t_{н,5}$

Практически расчет $R_о^{тр}$ проводится в следующем порядке:

1) задаются температурой наружного воздуха и рассчитывают $R_о^{тр}$;

2) находят термическое сопротивление утеплителя и показатель тепловой инерции ограждения;

3) при несоответствии принятой в п. 1 температуры полученной в п. 2 тепловой инерции расчет повторяют.

7.2. Оптимальное (по технико-экономическим показателям) сопротивление теплопередаче ограждения

Применение современных дешевых и эффективных утеплителей позволяет увеличить сопротивление теплопередаче ограждения сверх требуемого и тем самым улучшить микроклимат в помещении и уменьшить расходы тепла на отопление. В ряде случаев увеличение толщины теплоизоляции ограждения оказывается экономически оправданным.

Экономической характеристикой, определяющей рациональность конструктивного решения, является величина приведенных затрат

$$П = К + ЭТ, \qquad (7.2)$$

где $К$ — капиталовложения в ограждения и системы отопления и кондиционирования, руб/м²;
$Э$ — эксплуатационные затраты, руб/(год·м²);
$Т$ — нормативный срок окупаемости дополнительных капиталовложений, год.

Оптимальное сопротивление теплопередаче ограждения $R_о^{опт}$ соответствует минимуму приведенных затрат и определяется по формуле

$$R_о^{опт} = \left(\frac{Б_к + Б_э T}{\lambda k_{огр}}\right)^{1/2}, \qquad (7.3)$$

где

$$Б_к = (t_{п.з} - t_{н.з}) S_{с.от} (1 + C_{с.от} T) + (t_{усл.н.л} - t_{п.л}) S_{с.к} (1 + C_{с.к} T); \qquad (7.4)$$

$$Б_э = (t_{п.з} - t_{усл.от.п}) \Delta z_{от.п} S_т + (t_{усл.охл} - t_{п.л}) \Delta z_{охл} S_х; \qquad (7.5)$$

$$k_{огр} = S_{из} (1 + C_{огр} T), \qquad (7.6)$$

$t_{п.з}$, $t_{п.л}$ — расчетные значения температуры помещения для зимы и лета;
$t_{н.з}$, $t_{усл.от.п}$, $\Delta z_{от.п}$ — расчетная зимняя температура, средняя условная наружная температура и продолжительность отопительного периода;
$t_{усл.н.л}$, $t_{усл.охл}$, $\Delta z_{охл}$ — расчетная условная летняя температура, средняя условная наружная температура и продолжительность охладительного периода;
$S_{с.от}$, $S_{с.к}$ — приращение стоимости систем отопления и кондиционирования при изменении установочной мощности на 1 ккал/ч соответственно по теплу и холоду;
$C_{с.от}$, $C_{с.к}$, $C_{огр}$ — ежегодные отчисления на амортизацию и текущий ремонт от капитальных затрат соответственно на систему отопления, систему кондиционирования и ограждения в долях единицы в год;
$S_т$, $S_х$, $S_{из}$ — стоимость тепла, холода, руб/ккал, и теплоизоляции в конструкции ограждения, руб/м³.

Все данные для расчета $R_о^{опт}$ в соответствии с рекомендацией Строительных норм и правил следует принимать по «Пособию по теплотехническому расчету ограждающих конструкций», которое подготовлено НИИ строительной физики к изданию в дополнение и развитие главы СНиП II-А.7-71.

7.3. Теплозащита световых проемов и дверей

Требуемое сопротивление теплопередаче заполнений световых проемов в зависимости от разности расчетных внутренних и наружных температур и назначения помещения приведено в табл. 3 главы СНиП II-А.7-71.

Сопротивление теплопередаче дверей (кроме балконных) и ворот следует принимать не менее 0,6 $R_о^{тр}$, определенного по формуле (7.1) для стен здания.

Фактические значения $R_о$ различных конструкций заполнения световых и дверных проемов приведены в табл. 7.4.

ТАБЛИЦА 7.4

СОПРОТИВЛЕНИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ И КОЭФФИЦИЕНТЫ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ ЗАПОЛНЕНИЙ СВЕТОВЫХ ПРОЕМОВ (ОКОН И БАЛКОННЫХ ДВЕРЕЙ) И НАРУЖНЫХ ДВЕРЕЙ

Заполнение проемов	$R_о$	Значения k для расчета теплопотерь в зданиях	
		крупнопанельных	кирпичных
Одинарное остекление в одинарном переплете	0,2	5	—
Двойное остекление в спаренных переплетах	0,4	2,5	3
То же, в раздельных двойных переплетах	0,44	2,3	2,7
Тройное остекление, одинарное плюс спаренное	0,6	1,7	—
Остекление из пустотных стеклянных блоков на тяжелом растворе	0,5	2	—
То же, на легком растворе	0,6	1,7	—
Двери стеклянные одинарные	0,18	5,5	5,5
То же, двойные	0,31	3,2	3,2
Магазинные витрины вентилируемые	0,25	4	4
Витражи со стальными переплетами	0,3	3,3	3,3
Наружные двери и ворота одинарные	0,25	4	4
То же, двойные	0,5	2	2
Внутренние двери одинарные	0,4	2,5	2,5

Примечания: 1. Коэффициенты приведены для окон и дверей в деревянных переплетах и коробках. При применении металлических и железобетонных переплетов и коробок приведенные значения следует увеличить на 10%.

2. В крупнопанельных зданиях потери тепла через откосы оконного проема учитываются в $R_о^{пр}$ наружной стены. В кирпичных зданиях они учтены в коэффициенте теплопередачи окна.

7.4. Требуемая теплоустойчивость ограждений

Теплоустойчивость наружных ограждений должна исключить заметные изменения температуры внутренней поверхности: зимой при разовых понижениях температу-

ры, летом при суточных колебаниях наружной температуры и интенсивности падающей солнечной радиации.

При выборе зимней расчетной температуры $t_н$ принимается во внимание теплоинерционность ограждения, поэтому при расчете $R_о^{тр}$ учитывается теплоустойчивость ограждения при разовом понижении температуры зимой. Кроме этого, в нормах предлагается $R_о^{тр}$ наружных стен помещений с повышенной или высокой обеспеченностью увеличивать на 10% для однослойных и на 20% для многослойных панелей. Для наружных ограждающих конструкций этой же категории помещений при $D \leqslant 2{,}5$ предлагается $R_о^{тр}$ увеличивать на 30%.

В летних условиях теплоустойчивость ограждений должна обеспечивать колебание температуры внутренней поверхности с амплитудой $A_{\tau_в}$ не более допустимой $A_{\tau_в}^{доп}$:

$$A_{\tau_в} \leqslant A_{\tau_в}^{доп} = 2{,}5 - 0{,}1\,(t_{VII} - 20), \qquad (7.7)$$

где t_{VII} — средняя за июль температура наружного воздуха.

Определение $A_{\tau_в}$ необходимо проводить (см. раздел 3.2Б) при $t_п = \text{const}$ в условиях расчетных летних суток при колебаниях условной наружной температуры, учитывающей действие солнечной радиации.

Проверять теплоустойчивость ограждений для летних условий не требуется, если $D > 4$ для стен и $D > 5$ для перекрытий или при t_{VII} меньше 20° С.

7.5. Требуемая теплоустойчивость полов

Для помещений повышенной и высокой обеспеченности показатель тепловой активности пола $B_о$ по (3.49) должен быть не более 10, средней обеспеченности — не более 12 (согласно табл. 8 главы СНиП II-А.7-71). Для помещений, эксплуатация которых не связана с постоянным пребыванием людей и температура поверхности пола в которых более 23° С, проверять теплоустойчивость конструкции пола не требуется.

Глава 8. ВОЗДУХО-ВЛАГОЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА ОГРАЖДЕНИЙ

8.1. Требуемые воздухозащитные свойства

Требуемые значения коэффициентов воздухопроницаемости окон и балконных дверей $i^{тр}$ в жилых домах, административных и общественных зданиях, в помещениях промышленных зданий с большим количеством работающих, при расположении рабочих мест вблизи окон, принимают по табл. 8.1.

В помещениях промышленных зданий со значительными избытками тепла воздухопроницаемость окон не нормируется.

Для жилых зданий высотой более 14 этажей воздухозащита окон определяется из расчета воздушного режима здания исходя из максимально допустимых расходов воздуха $j^{доп}$ (табл. 8.2).

Допустимые значения воздухопроницаемости стыковых соединений наружных панелей и блоков в наружных стенах определяются из условия, что при инфильтрации через них воздуха температура на внутренней поверхности стыка (со стороны помещения) τ_x не опустится ниже температуры точки росы воздуха помещения $t_р$.

ТАБЛИЦА 8.1

ТРЕБУЕМЫЕ ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ ВОЗДУХОПРОНИЦАЕМОСТИ ОКОН ЗДАНИЙ ВЫСОТОЙ ДО 14 ЭТАЖЕЙ

Здания	$i^{тр}$ при расчетных температурах наружного воздуха $t_н$, °С			
	до —15	от —16 до —30	от —31 до —45	от —46 и ниже
5-этажные	16	9,5	7	5
6—9-этажные	13	7,5	5	3,5
10—14-этажные	10	5,5	3,5	2,4

Примечание. Значения $i^{тр}$, указанные в таблице, уменьшаются на 15% при $v_н$ от 5,1 до 7 м/с, на 30% при $v_н$ от 7,1 до 9 м/с, на 40% при $v_н$ более 9 м/с.

ТАБЛИЦА 8.2

МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ РАСХОДЫ ВОЗДУХА, ПРОНИКАЮЩЕГО ЧЕРЕЗ ОКНА ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

Средняя температура наиболее холодной пятидневки, °С	—10 и выше	От —11 до —20	От —21 до —30	От —31 до —40	От —41 до —50	От —51 и ниже
$j^{доп}$, кг/(м²·ч)	25	17	13	11	9	8

При расчете τ_x следует пользоваться графиком, приведенным на рис. 8.1. При этом расход инфильтрующего воздуха определяется для первого этажа с наветренной стороны здания. Для расчета сложных конструкций необходимо определять температурное поле или иметь данные экспериментальных исследований.

Допустимые величины сопротивлений воздухопроницанию наружных стен определяются в зависимости от назначения здания: для жилых, административных и общественных зданий дополнительные теплопотери от инфильтрации через толщу наружных стен не должны превышать 5% основных, для промышленных — 10%.

Наружные стены и перекрытия должны иметь сопротивление воздухопроницанию $R_и$ не ниже требуемого $R_и^{тр}$:

$$R_и \geqslant R_и^{тр} = \varepsilon \Delta p, \qquad (8.1)$$

где Δp — разность давлений воздуха с внутренней и наружной поверхностей ограждения первого этажа с наветренной стороны здания;

ε — коэффициент, принимаемый по табл. 9 главы СНиП II-А.7-71.

Расчетная разность давления Δp для зданий с естественной вытяжной вентиляцией определяется, согласно Строительным нормам и правилам, по формуле

$$\Delta p = 0{,}55\,H\,(\gamma_н - \gamma_в) + 0{,}03\,\gamma_н\,(\beta v)^2, \qquad (8.2)$$

где H — высота здания, м;

$\gamma_н - \gamma_в$ — разность объемных масс воздуха снаружи и внутри здания;

β — коэффициент, равный: 0,6 — для районов европейской части СССР, расположенных севернее 62° с. ш., районов Сибири южнее 70° с. ш., Средней Азии и Кавказа; 1,2 — для Приморского края; 1 — для районов, расположенных на высоте более 500 м над уровнем моря, и для остальной территории СССР;

v — расчетная скорость ветра (см. главу 2), но не менее 5 м/с (и не менее 8 м/с для I подзоны северной строительно-климатической зоны).

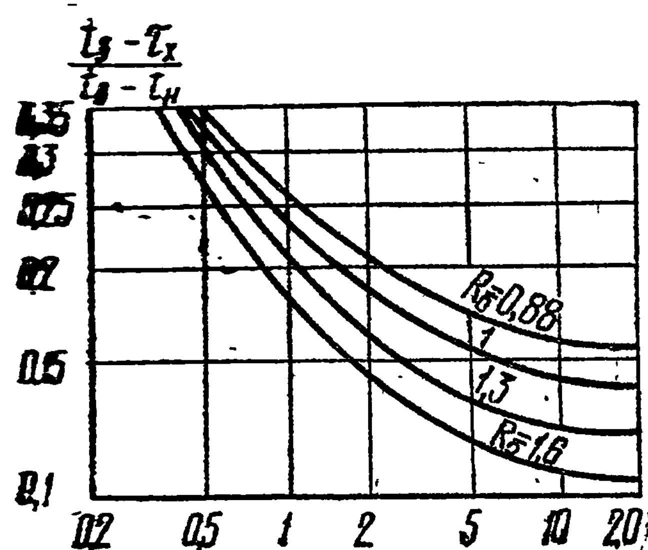


Рис. 8.1. Зависимость относительной избыточной минимальной температуры внутренней поверхности ограждения от отношения теплопроводности материала ограждения к теплоемкости потока воздуха, проходящего через метр щели ($J = \lambda/c\,j$)

Сопротивление воздухопроницанию внешних слоев ограждения, отделяющих рыхлый теплоизоляционный слой или воздушную прослойку от наружного воздуха, должно быть не менее 0,4 м²·ч·мм вод. ст./кг.

Внутренние перекрытия в здании, двери в квартире, внутренние стены должны иметь максимально возможную по конструктивным решениям величину сопротивления воздухопроницанию, но не ниже 50 м²·ч·мм вод. ст/кг.

Внутренние двери здания (за исключением внутриквартирных) следует выполнять с максимальным уплотнением притворов.

Воздухопроницаемость наружных входных дверей существующими нормативными документами не ограничивается. Двери принимаются максимально герметичными в соответствии с конструктивным решением входа.

8.2. Требуемые влагозащитные свойства

Влагозащитные свойства конструкции должны быть такими, чтобы влажность материалов ограждений при нормальных условиях эксплуатации была не больше допустимой. Допустимые влажности различных материалов в конструкции ограждения даны в табл. 12 главы СНиП II-А.7-71.

Для предупреждения переувлажнения материалов рекомендуется внутренние слои ограждения делать более плотными и менее влагопроницаемыми. Желательно, чтобы сопротивление влагопроницанию внутренней части конструкции для помещений влажных и с нормальным влажностым режимом было больше требуемого — $R_п^{тр} = 12$ м²·ч·мм рт. ст./г или больше сопротивления влагопроницанию наружной части ограждения в 1,2 раза при нормальной влажности помещения и в 1,5 раза для влажных помещений. Наружные ограждения помещений с сухим режимом, однослойные и с герметичной конструкцией имеют удовлетворительный влажностный режим. В остальных случаях следует проверять влажностный режим ограждения специальным расчетом. В районах с продолжительными дождями и сильными ветрами необходимо ограждения зданий с наружной стороны защищать водонепроницаемым слоем.

Глава 9. ИНФИЛЬТРАЦИЯ НАРУЖНОГО ВОЗДУХА ЧЕРЕЗ ОГРАЖДЕНИЯ[1]

По рекомендациям главы СНиП II-Г.7-62 теплопотери на инфильтрацию воздуха в обычных случаях учитываются при расчете добавочных теплопотерь в процентах к основным (см. главу 11). Расход тепла на нагревание инфильтрующегося воздуха для жилых зданий следует принимать исходя из воздухообмена, требуемого нормами (глава СНиП II-Л.1-71), а в помещениях промышленных, общественных и вспомогательных зданий — определять по расчету.

При расчете теплопотерь учитывают инфильтрацию только через окна, двери и ворота, так как количество воздуха, инфильтрующегося через массивные ограждения и стыковые соединения панелей, сравнительно мало.

Теплопотери помещения от инфильтрации наружного воздуха

$$Q_{и.пом} = \Sigma c G_и (t_в - t_н) A, \qquad (9.1)$$

где c — удельная массовая теплоемкость воздуха, равная 0,24 ккал/(кг·°С);

$G_и$ — количество наружного воздуха, поступающего в помещение через неплотности окон, дверей и ворот, кг/ч;

A — коэффициент, учитывающий подогрев инфильтрующегося воздуха в конструкции окна (0,8 — для двойных и тройных окон в раздельных переплетах; 1 — для одинарных окон, окон в спаренных переплетах, дверей и ворот).

Расход воздуха через наружные ограждения определяется при расчете воздушного режима здания.

9.1. Инфильтрация наружного воздуха в промышленных зданиях

По особенностям воздушного режима помещения промышленные здания можно разбить на два типа.

Помещения с аэрацией в зимний период. В этих помещениях инфильтрация либо не учитывается (при удельных теплоизбытках более 50 ккал/м³·ч), либо учитывается при расчете аэрационного воздухообмена.

Помещения без аэрации в зимний период. Для этих помещений инфильтрационный расход воздуха определяется по формуле

$$G_{и.пом} = F_{н.о}\, i_{\Delta\gamma}\, B_{н.пом}, \qquad (9.2)$$

где $F_{н.о}$ — площадь одного наружного ограждения помещения, равная Hl (где H — высота помещения; l — длина стены);

$i_{\Delta\gamma}$ — единица расхода инфильтрационного воздуха, кг/м²·ч;

$B_{и.пом}$ — коэффициент, показывающий, сколько еди-

[1] По материалам В. П. Титова.

ниц расхода составляет инфильтрация в рассматриваемом случае.

Единица расхода инфильтрационного воздуха через 1 м² поверхности наружного ограждения

$$i_{\Delta\gamma} = 0{,}036\, i_{\text{н.о}}\, (H\Delta t)^{1/2}, \tag{9.3}$$

где Δt — разность наружной и внутренней температуры воздуха;

$i_{\text{н.о}}$ — средний по площади ограждения коэффициент воздухопроницаемости.

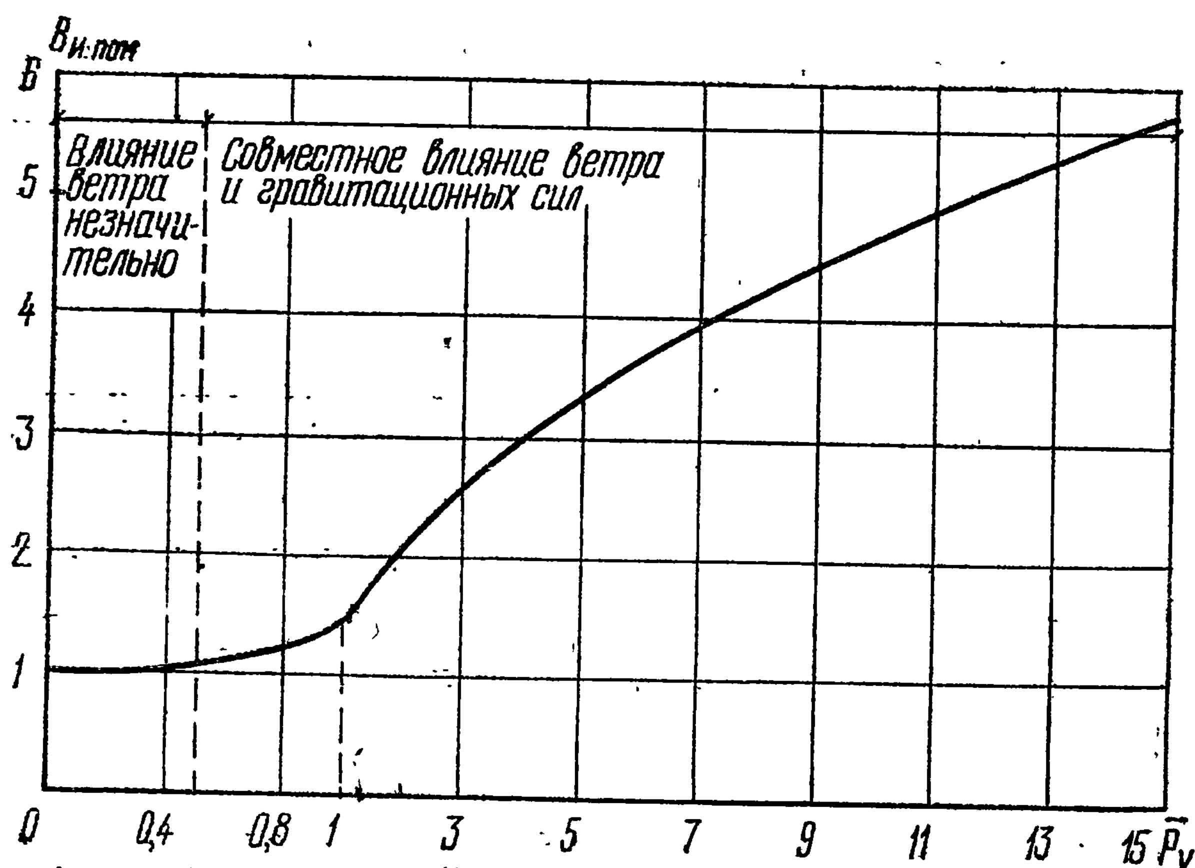


Рис. 9.1. Зависимость коэффициента $B_{\text{и.пом}}$ для помещения с двусторонним остеклением от относительного ветрового давления $\bar{p}_v$

Для наружных ограждений, имеющих окна, двери или ворота разной конструкции, величина $i_{\text{н.о}}$ определяется как средневзвешенная по площади:

$$i_{\text{н.о}} = \frac{\Sigma\, i_{\text{к}} F_{\text{к}}}{F_{\text{н.о}}}, \tag{9.4}$$

где $i_{\text{к}}$ — коэффициент воздухопроницаемости конструкции;

$F_{\text{к}}$ — площадь, занимаемая этой конструкцией.

Для нестандартных окон, дверей и ворот площадью $F_{\text{к}}$ при ширине щели притворов $\delta_{\text{щ}}$, м (обычно для окон в деревянных переплетах 0,001, в металлических 0,0005, для ворот и дверей 0,002), и длине щелей притворов $l_{\text{щ}}$, м, коэффициент воздухопроницаемости

$$i_{\text{к}} = 8700\,\frac{\delta_{\text{щ}}\, l_{\text{щ}}}{F_{\text{к}}}. \tag{9.5}$$

Коэффициент $B_{\text{и.пом}}$ для помещений с односторонним остеклением равен 0,5. Для помещений с двусторонним остеклением $B_{\text{и.пом}}$ определяется по рис. 9.1, где скорость ветра $v_{\text{н}}$ учитывается с помощью относительного ветрового давления

$$\bar{p}_v = 12\,\frac{v_{\text{н}}^2\, \gamma_{\text{н}}}{H\, \Delta t}. \tag{9.6}$$

В многопролетных зданиях инфильтрация рассчитывается для помещений, расположенных в крайних пролетах; при этом влияние смежных помещений можно учесть введением относительной воздухопроницаемости отверстий между смежными помещениями:

$$\bar{i}_{\text{отв}} = 22{,}2 \cdot 10^3\, \frac{F_{\text{отв}}}{i_{\text{н.о}}\, F_{\text{н.о}}}, \tag{9.7}$$

где $F_{\text{отв}}$ — суммарная площадь отверстий в перегородке, разделяющей помещения.

В этом случае коэффициент $B_{\text{и.пом}}$ определяется по рис. 9.2. При $\bar{i}_{\text{отв}} > 7{,}1$ значения коэффициента $B_{\text{и.пом}}$ следует определять по рис. 9.1.

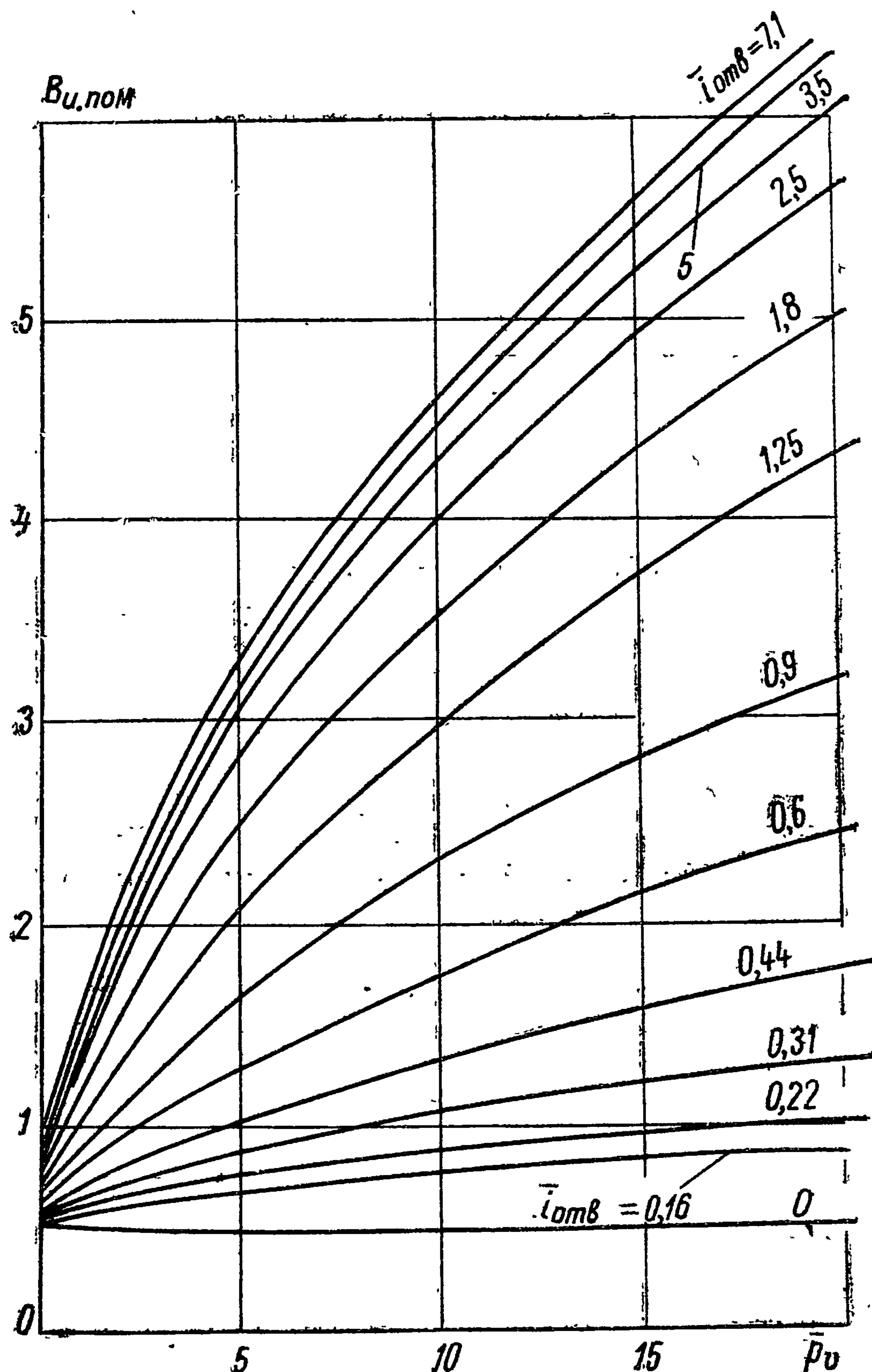


Рис. 9.2. Зависимость коэффициента $B_{\text{и.пом}}$ для помещения, расположенного в крайнем пролете многопролетного здания и соединенного с остальными помещениями открытым проемом, от относительного ветрового давления $\bar{p}_v$ при различных $\bar{i}_{\text{отв}}$

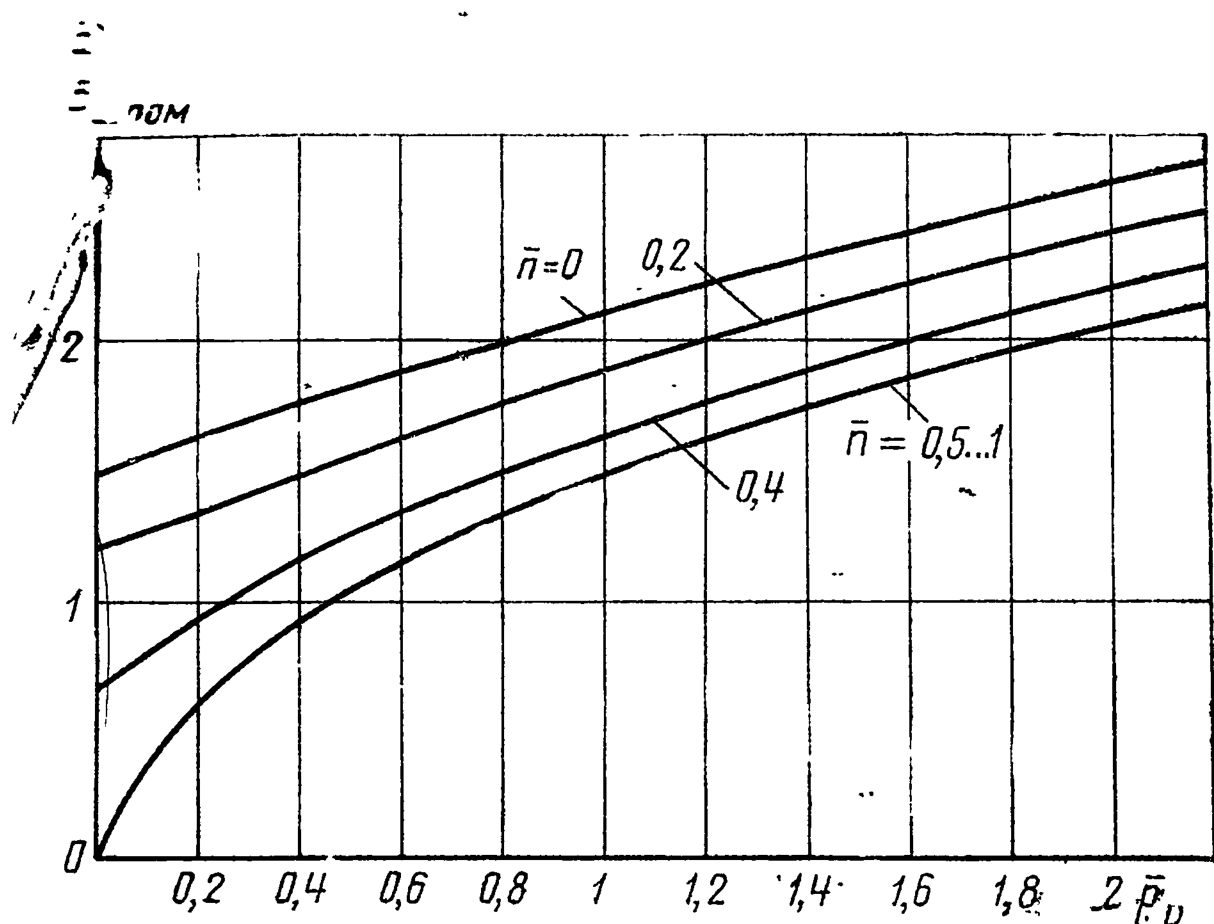
9.2. Инфильтрация наружного воздуха в гражданских зданиях

По особенностям воздушного режима гражданские здания можно разделить на следующие типы.

1. Здания до 5 этажей — жилые, административные и культурно-бытовые; инфильтрация в зимнее время учитывается в виде процентных надбавок к основным теплопотерям.

2. Многоэтажные здания (N — число этажей) при балансе воздуха приточной и вытяжной вентиляции; инфильтрация в зимнее время учитывается по формулам (9.1) и (9.2), величина $B_{\text{и.пом}}$ для любого n-го этажа определяется по рис. 9.3, где $\bar{n} = n/N$.

3. Многоэтажные здания с вытяжной канальной



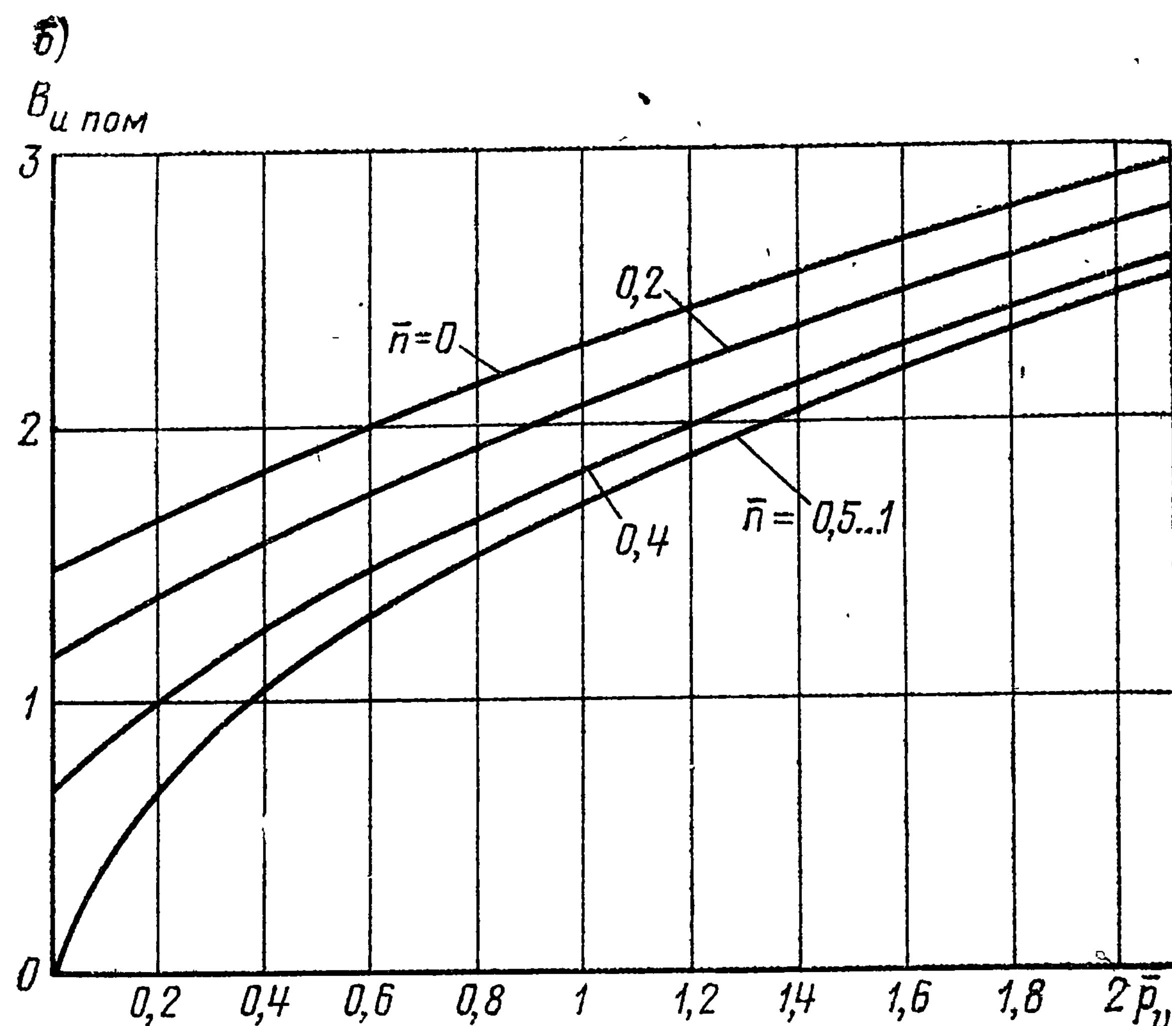


Рис. 9.3. Зависимость коэффициента $B_{и.пом}$ для помещений многоэтажного общественного здания от относительного ветрового давления $\bar{p}_v$ при различном $\bar{n}$

а — для многосекционного здания (пластины); *б* — для односекционного здания (башни)

естественной вентиляцией; инфильтрация в зимнее время учитывается расчетом воздушного режима здания.

4. Здания с высокими помещениями (магазины, рестораны, вокзалы, спортзалы и т. п.); инфильтрация в зимнее время учитывается так же, как и в промышленных зданиях (см. п. 9.1).

Глава 10. КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ И ОБЛАСТЬ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

10.1. Основные виды систем отопления

Системы отопления подразделяются на местные и центральные.

Местными называют системы отопления, в которых генератор тепла, теплопроводы и отопительные приборы конструктивно объединены в одном устройстве.

К этим системам относят печное, газовое (при сжигании газа непосредственно в отопительных приборах) и электрическое отопление. Радиус действия местных систем отопления ограничен одной комнатой (при печном отоплении — двумя-тремя комнатами).

Центральными называют системы отопления, в которых генератор (например, котел) вынесен за пределы отапливаемых помещений и теплоноситель от генератора к местам потребления подается через систему труб.

Центральные системы, применяемые в нашей отопительной практике, подразделяют:

по теплоносителю — на системы водяного, парового, воздушного отопления и комбинированные (пароводяные, водоводяные, паровоздушные, водовоздушные и др.); в последних циркулируют различные виды теплоносителя или один теплоноситель, но с разными параметрами;

по способу перемещения теплоносителя — на системы с естественной циркуляцией за счет разности плотностей охладившегося и нагретого теплоносителя (воды или воздуха) и системы с механическим побуждением циркуляции насосами в водяных системах и вентиляторами в воздушных;

по начальной температуре воды — на системы с температурой воды 95—105 °C (105° однотрубные системы отопления) и системы с температурой воды более 105 °C;

по величине начального давления пара — на системы низкого давления (с начальным давлением пара от 0,05 до 0,7 кгс/см^2) и системы высокого давления (с начальным давлением пара более 0,7 кгс/см^2).

10.2. Область применения систем отопления

Системы отопления и теплоноситель выбирают в соответствии с требованиями санитарных и противопожарных норм в зависимости от назначения помещений и технологического процесса. Указания по выбору систем отопления даны в табл. 10.1.

ТАБЛИЦА 10.1

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ И ДОПУСКАЕМЫЕ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

№ п.п.	Здания, сооружения и помещения	Системы	
		рекомендуемые	допускаемые
1	Жилые дома, общежития, гостиницы, дома отдыха, санатории, пансионаты, школы и другие учебные заведения, административные здания, научные и проектные учреждения, конструкторские бюро, поликлиники, амбулатории, аптеки, здравпункты, пионерские лагеря круглогодичного действия	Водяного отопления с применением радиаторов, конвекторов и стальных панелей; панельного отопления с замоноличенными нагревательными элементами и стояками (конвекторы в школе следует предусматривать только для вспомогательных помещений)	Квартирного воздушного отопления, совмещенного с вентиляцией, при централизованном теплоснабжении в жилых домах, монтируемых из блоков-квартир и блоков-комнат, а также в жилых домах до двух этажей; воздушного отопления, совмещенного с вентиляцией, в зданиях с числом этажей пять и более и в помещениях большого объема (например, залы заседаний, аудитории, столовые, классы); квартирного водяного отопления (с генератором тепла) без централизованного теплоснабжения с применением топлива, не требующего непрерывного надзора за горением, для жилых домов до двух этажей; газового отопления с приборами, имеющими герметизированный газовый тракт, при наличии сетевого газа и отсутствии централизованного теплоснабжения в зданиях до двух этажей (кроме больниц и школ); печного отопления в зданиях до двух этажей
2	Детские сады и ясли	Водяного отопления с применением радиаторов, панелей стальных и бетонных; панельного отопления с замоноличенными нагревательными элементами и стояками	Лучистого отопления (теплоноситель воздух); печного отопления в одноэтажных зданиях с числом мест до 50, возводимых в сельских местностях
3	Больницы, родильные дома и другие лечебные заведения	Водяного отопления с применением радиаторов и стальных панелей; панельного отопления с замоноличенными нагревательными элементами и стояками	Воздушного отопления, совмещенного с вентиляцией; печного отопления в одноэтажных зданиях, возводимых в сельской местности

Продолжение табл. 10.1

№ п.п.	Здания, сооружения и помещения	Системы	
		рекомендуемые	допускаемые
4	Гимнастические залы, бассейны, крытые стадионы и другие отапливаемые спортивные сооружения	Воздушного отопления, совмещенного с вентиляцией; панельного отопления с замоноличенными нагревательными элементами и стояками; водяного отопления с применением радиаторов, конвекторов и стальных панелей	Парового отопления низкого давления; газового отопления с инфракрасными излучателями (кроме пионерских лагерей); печного отопления в небольших одноэтажных зданиях, возводимых в сельской местности
5	Бани, прачечные, душевые павильоны	Воздушного отопления, совмещенного с вентиляцией (в раздевальных и мыльных помещениях бань на 200 мест и более, в душевых павильонах с числом мест более 25, в стиральном, сушильном, гладильном и других цехах прачечных); водяного отопления с применением стальных панелей и гладких труб; парового отопления низкого давления с применением радиаторов	Печного отопления в зданиях, возводимых в сельской местности (бани с числом мест не более 50)
6	Рестораны, столовые, кафе, буфеты, магазины, закусочные	Воздушного отопления, совмещенного с вентиляцией, в помещениях большого объема (обеденные и торговые залы); водяного отопления с применением радиаторов, конвекторов и стальных панелей; панельного отопления с замоноличенными нагревательными элементами и стояками	Парового отопления низкого давления в зданиях объемом до 500 м³; газового отопления с инфракрасными излучателями в неутепленных и полуоткрытых помещениях; печного отопления в зданиях до двух этажей с числом посадочных мест до 200; печного отопления в одноэтажных зданиях магазинов площадью до 50 м², возводимых в сельской местности
7	Железнодорожные вокзалы, аэропорты	Воздушного отопления, совмещенного с вентиляцией; водяного отопления с применением радиаторов, конвекторов и стальных панелей	Панельного отопления в вестибюлях и проходах (с обогреваемой поверхностью пола); парового отопления низкого давления; печного отопления в одноэтажных зданиях вокзалов вместимостью до 50 пассажиров
8	Зрелищные предприятия: а) кинотеатры, клубы и другие подобные предприятия, а также размещенные в них зрительные и другие залы с числом мест до 200	Водяного отопления с применением радиаторов, конвекторов, стальных панелей и гладких труб	Парового отопления низкого давления; печного отопления в одноэтажных зданиях со зрительными залами с числом мест до 200, возводимых в сельской местности
	б) зрительные и другие залы с числом мест 200 и более	То же	Воздушного отопления, совмещенного с приточной вентиляцией; водяного и парового отопления низкого давления с применением радиаторов и конвекторов в залах с числом мест до 500 и как дежурные при большей вместимости залов
	в) театры вместимостью от 800 до 1500 человек	Воздушного отопления, совмещенного с приточной вентиляцией; водяного отопления с применением радиаторов, конвекторов, стальных панелей и гладких труб	—
	г) театры меньшей вместимости (при реконструкции)	То же	Парового отопления низкого давления
9	Музеи, выставки, читальные залы, архивы и библиотеки, здания книгохранилищ и архивов	Воздушного отопления, совмещенного с вентиляцией; водяного отопления с применением радиаторов и стальных панелей; панельного отопления с замоноличенными нагревательными элементами и стояками; кондиционирования воздуха	Воздушного отопления; печного отопления в одноэтажных библиотечных зданиях с читальным залом до 100 мест, возводимых в сельской местности
	Производственные помещения с повышенными требованиями к чистоте воздуха	Воздушного отопления, совмещенного с вентиляцией; панельного отопления с замоноличенными нагревательными элементами и стояками	Водяного отопления с применением панелей

Продолжение табл. 10.1

№ п.п.	Здания, сооружения и помещения	Системы рекомендуемые	Системы допускаемые
11	**Производственные помещения, технологический процесс в которых не сопровождается выделением пыли (в том числе сельскохозяйственные производственные здания, отнесенные по пожарной опасности к категориям Д и Г)**	Воздушного отопления, совмещенного с вентиляцией; воздушного отопления с применением отопительно-рециркуляционных агрегатов; водяного и парового отопления высокого и низкого давления с применением радиаторов, конвекторов и ребристых труб; панельного отопления с замоноличенными нагревательными элементами и стояками	Воздушного отопления с применением огневоздушных газовых воздухонагревателей; газового отопления с инфракрасными излучателями с отводом продуктов сгорания; лучистого отопления с высокотемпературными излучателями, расположенными под потолком; печного отопления в одноэтажных зданиях с площадью отапливаемых помещений до 500 м² (в сельских и лесных районах — до 1000 м²)
12	Производственные помещения, технологический процесс в которых связан с выделением:		
	а) невзрывоопасной и негорючей неорганической пыли и аэрозолей, негорючих и не поддерживающих горение газов и паров	Воздушного отопления, совмещенного с вентиляцией; водяного и парового отопления высокого и низкого давления с применением радиаторов; панельного отопления с замоноличенными нагревательными элементами и стояками	Печного отопления в одноэтажных зданиях с площадью отапливаемых помещений до 500 м² (в сельских и лесных районах — до 1000 м²)
	б) невзрывоопасной и невоспламеняющейся органической возгоняемой неядовитой пыли (например, древесной, мучной и др.)	Воздушного отопления, совмещенного с вентиляцией; водяного и парового отопления низкого давления с применением радиаторов	Панельного отопления с замоноличенными нагревательными элементами и стояками; печного отопления в одноэтажных зданиях с площадью отапливаемых помещений до 500 м² (в сельских и лесных районах — до 1000 м²)
	в) взрывоопасных воспламеняющихся газов, паров и пыли, а также горючих материалов	В соответствии со специальными указаниями министерств и ведомств	
	г) легковозгораемых ядовитых веществ	По согласованию с органами санитарного надзора	
13	Производственные здания и помещения различного назначения, характеризуемые значительными влаговыделениями	Воздушного отопления, совмещенного с приточной вентиляцией; водяного и парового отопления с применением чугунных радиаторов и ребристых труб	Печного отопления в одноэтажных зданиях с площадью отапливаемых помещений до 500 м² (в сельских и лесных районах — до 1000 м²)
14	То же, характеризуемые значительными тепловыделениями	При достаточных тепловыделениях и возможности использования их для обогревания помещений системы отопления не предусматриваются (требуемые температуры воздуха в помещениях поддерживаются за счет имеющихся избытков тепла)	—
		При недостаточных тепловыделениях и невозможности использования их для обогревания помещений надлежит предусматривать устройство систем отопления постоянного или периодического действия: воздушного, совмещенного с вентиляцией или с отопительно-рециркуляционными агрегатами	Водяного и парового отопления с применением радиаторов и ребристых труб; панельного отопления с замоноличенными нагревательными элементами и стояками; печного отопления в одноэтажных зданиях с площадью отапливаемых помещений до 500 м² (в сельских и лесных районах — до 1000 м²)
15	Производственные неутепленные здания или помещения, а также отдельные рабочие зоны	Газового или электрического отопления с инфракрасными излучателями, действующими периодически; воздушного отопления со струйной подачей воздуха, действующей периодически, для обслуживания отдельных участков рабочей зоны	—
16	Вспомогательные здания и помещения промышленных предприятий: административно-конторские помещения, конструкторские бюро, пункты питания, здравпункты, помещения общественных организаций и др.:		
	а) при теплоносителе для промышленного предприятия воде	Водяного отопления с применением радиаторов, конвекторов и стальных панелей	—
	б) при теплоносителе для промышленного предприятия паре:		
	для зданий объемом более 1500 м³	Панельного отопления с замоноличенными нагревательными элементами и стояками	—
	то же, 1500 м³ и менее	Парового отопления низкого давления с применением радиаторов и конвекторов	Печного отопления в зданиях не более двух этажей

Продолжение табл. 10.1

№ п.п.	Здания, сооружения и помещения	Системы рекомендуемые	Системы допускаемые
	в) бытовые помещения независимо от их объема	Водяного и парового отопления высокого давления с применением радиаторов и конвекторов	—

Примечания: 1. Предельные температуры теплоносителя для нагревательных приборов (из любого материала и независимо от рода теплоносителя), устанавливаемых на высоте до 1 м от уровня пола, принимаются согласно Строительным нормам и правилам. Для зданий по поз. 1 и 9, а также для помещений здравпунктов, пунктов питания и административно-конторских помещений, размещаемых в отдельно стоящих зданиях промышленных предприятий, указанных в поз. 16, следует принимать температуру 95 °С, в поз. 2, 3 — температуру 85 °С. Для производственных помещений по поз. 12а, цехов углеподготовки электростанций и коксохимических заводов при теплоносителе постоянных параметров следует принимать температуру до 130 °С, а переменных параметров — до 150 °С; для помещений по поз. 12б при теплоносителе постоянных параметров— до 110 °С, переменных параметров — до 130 °С; температуру для помещений по поз. 12в, г — по специальным указаниям министерств и ведомств, согласованным с организациями Государственного пожарного надзора. В помещениях, указанных в поз. 15, температура принимается в соответствии с применяемыми отопительными приборами.

2. В системах панельного отопления в качестве теплоносителя применяется низкотемпературная вода. Отопительные панели следует предусматривать встроенными в наружные стены, перегородки, полы и потолки. В помещениях детских яслей и садов рекомендуется предусматривать панели с обогреваемой поверхностью полов согласно главе СНиП II-Л.3-71 «Детские ясли-сады. Нормы проектирования».. В помещениях плавательных бассейнов необходимо предусматривать панели с обогреваемой поверхностью пола, а в помещениях зданий больниц, родильных домов (в операционных, родовых и наркозных) и других лечебных учреждений — панели с обогреваемой поверхностью потолков. Температуру поверхности потолков, пола и стен при панельном отоплении следует принимать в соответствии с указаниями, приведенными в главе 16.

3. В системах воздушного отопления для подогревания воздуха можно использовать горячую воду, пар и газ.

4. В зданиях и помещениях различного назначения в отдельных случаях для отопления допускается использование электроэнергии с трансформацией ее в тепловую. Целесообразность такого решения должна быть подтверждена технико-экономическим расчетом, учитывающим местные условия, температуру теплоотдающих поверхностей и теплоносителя. Возможность использования электроэнергии для отопления должна быть согласована с энергоснабжающими организациями.

5. Для систем отопления может быть применен теплоноситель, используемый для технологических нужд, если это допустимо по санитарно-техническим требованиям и по механической прочности нагревательных приборов, а также если система обеспечивает циркуляцию теплоносителя.

6. В целях унификации оборудования, приборов и материалов нужно, как правило, принимать в системах отопления единый теплоноситель.

7. Для отопления складских зданий следует принимать системы отопления те же, что и для производственных, с учетом противопожарных и санитарных требований (в зависимости от вида хранимых в них материалов).

8. Системы отопления с инфракрасными и высокотемпературными излучателями в зданиях и помещениях, отнесенных по пожарной опасности к категориям А, Б и В, не допускаются.

9. При применении систем отопления с инфракрасными и высокотемпературными темными излучателями следует предусматривать специальные противопожарные мероприятия по согласованию с органами Государственного пожарного надзора.

10. Печное отопление в зданиях и помещениях, отнесенных по пожарной опасности к категориям А, Б и В, не допускается, в школьных помещениях печное отопление устраивают в соответствии с нормативными данными.

Глава 11. РАСЧЕТНАЯ ТЕПЛОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ ЗДАНИЯ

11.1. Тепловой баланс помещения

А. Основные потери тепла через наружные ограждения. Основные потери тепла через ограждающие конструкции зданий определяют по формуле

$$Q = Fkn(t_в - t_н), \qquad (11.1)$$

где F — площадь ограждения, м²;

$k = 1/R_0$ — коэффициент теплопередачи ограждающих конструкций, ккал/(м²·ч·°С) (R_0 — сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, м²·ч·°С/ккал);

n — поправочный коэффициент к расчетной разности температур, принимаемый по табл. 7.2;

$t_в$ — расчетная температура внутреннего воздуха, °С;

$t_н$ — то же, наружного воздуха, °С;

Сопротивление теплопередаче R_0 и коэффициенты теплопередачи k для стен, чердачных перекрытий, бесчердачных покрытий, заполнений световых проемов и наружных ворот и дверей приведены в разделе II.

Обмер поверхностей ограждающих конструкций здания. Размеры ограждений (рис. 11.1) принимают следующими (с точностью до 0,1 м):

1) высота стен первого этажа h_1 при наличии пола, расположенного на грунте, — между уровнями полов первого и второго этажей; при наличии пола на лагах — от нижнего уровня подготовки пола первого этажа до уровня пола второго этажа; при наличии неотапливаемого подвала — от уровня нижней поверхности конструкции пола первого этажа до уровня пола второго этажа; в одноэтажных зданиях с чердачным перекрытием — то же, но с измерением высоты до верха утепленного перекрытия;

2) высота стен промежуточного этажа h_2 — между уровнями полов данного и вышележащего этажей; высота стен верхнего этажа h_3 — от уровня пола до верха утепляющего слоя чердачного перекрытия; высота стен одноэтажных производственных зданий с бесчердачным перекрытием — от уровня пола на грунте до пересечения внутренней грани стены с верхней поверхностью бесчердачного перекрытия; высота стен верхнего этажа зданий с бесчердачным перекрытием — та же (только от уровня чистого пола);

3) длина наружных стен (по внешнему периметру здания) в угловых помещениях l и l_1 — от линии пересечения наружных поверхностей стен до осей внутренних стен; в неугловых помещениях l_2 — между осями внутренних стен;

ТАБЛИЦА 11.1

РАСЧЕТНАЯ ВНУТРЕННЯЯ ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА $t_в$ В ЖИЛЫХ, БЫТОВЫХ, КОММУНАЛЬНЫХ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ

Помещения	$t_в$, °C
Жилые здания (СНиП II-Л.1-71)	
Ванная индивидуальная, совмещенный санитарный узел, ванная или душевая общие в общежитии	25
Кабина для личной гигиены женщины	23
Изолятор в отдельных зданиях общежитий и в общежитиях-комплексах, палата, комната для персонала, кабинет физиотерапии, процедурная	20
Жилая комната квартиры и общежития, ванная с индивидуальным нагревателем, совмещенный санитарный узел с индивидуальным нагревателем, умывальня индивидуальная, гардеробная, комната для чистки и глажения одежды, умывальня общая в общежитии, вестибюль, общий коридор, лестничная клетка в общежитии, помещения для культурно-массовых мероприятий и индивидуальной подготовки к занятиям, комната отдыха, помещение для коменданта и воспитателя, служебная комната для обслуживающего персонала в общежитии, приемные, парикмахерские, кабинет врача	18
Уборные индивидуальная и общая, вестибюль, общий коридор, передняя, лестничная клетка в квартирном доме, кладовые и бельевые в общежитии и вестибюль в изоляторе	16
Кухня квартиры и общежития, кубовая в негазифицированных зданиях, постирочная, гладильня, сушильня в общежитии, сушилка для одежды и обуви в общежитии	15
Машинное помещение лифтов, электрощитовая, мусоросборочная камера	5
Примечания: 1. В районах с $t_н$= =−31 °С и ниже расчетную температуру воздуха в жилых помещениях квартир и общежитий принимать 20 °С.	
2. В угловых помещениях квартир расчетная температура воздуха должна быть на 2° выше температуры, указанной в таблице.	
Детские ясли-сады (СНиП II-Л.3-71)	
Детская комната, уборная, умывальня, приемная, комната для заболевших детей, комната для кормления грудных детей, внутренняя лестничная клетка, фильтры	20
Комната для медицинского персонала, горшечная	22
Раздевальня, комната для административно-хозяйственного персонала, прачечная, столовая, буфет	18
Кухня	15
Комната для хранения чистого белья	15
Душевая, ванная и раздевальня при них	25
Профессионально-технические училища (СНиП II-Л.5-68)	
Душевые	25
Раздевальни при душевых, умывальни в отдельном помещении	22
Лаборатории без выделения вредностей с точными измерительными приборами, кабинет врача	20
Кабинеты технического черчения и чертежные залы, административно-служебные и общественные организации, библиотека-книгохранилище, уборные	18

Продолжение табл. 11.1

Помещения	$t_в$, °C
Учебные кабинеты и классы, лаборатории с выделением вредностей и учебно-производственные мастерские, гардеробная, вестибюль, актовый зал	16
Спортивный зал	15
Примечание. Расчетную температуру воздуха в помещениях столовой и буфета принимать по нормам проектирования предприятий общественного питания.	
Высшие учебные заведения (СНиП II-Л.6-67)	
Лаборатории с точными измерительными приборами, рентгеновский кабинет	20
Аудитории, учебные кабинеты, чертежные залы курсового и дипломного проектирования и лаборатории без выделения производственных вредностей, моечные при лабораториях, книгохранилища, помещения для администрации и общественных организаций, фотолаборатория	18
Актовые залы, лаборатории, препараторские и другие помещения с выделением производственных вредностей, вестибюль, гардероб в отдельном помещении	16
Примечание. Расчетные температуры воздуха в помещениях, не указанных в таблице, следует принимать по действующим нормам проектирования общественных зданий и промышленных предприятий	
Бани (СНиП II-Л.13-62)	
Вестибюль с гардеробом и кассой, ожидальня, парикмахерская, административные помещения	18
Раздевальня, душевая и ванная кабина	25
Мыльная комната (общая и душевая)	30
Парильня	40
Помещение для баков	5
Дезинфекционное отделение (чистая и грязная половины)	15
Уборная	20
Прачечные (СНиП II-Л.14-62)	
Помещение для приема грязного белья, помещение для сортировки и разметки грязного белья, сушильно-гладильный цех, помещение для разборки чистого белья, стиральный цех с установками для замочки и бучения белья, кладовая для хранения чистого белья, уборная	15
Помещение для баков	5
Лаборатория	18
Кинотеатры (СНиП II-Л.15-68)	
Кассовые кабины, электросиловая, мастерская киномеханика, плакатная мастерская, столярная мастерская, контора, кабинеты директора, администратора, комната для персонала, моечная буфета	18
Проекционная, буфет в отдельном помещении, заготовочная буфета	16
Аккумуляторная с кислотными и щелочными аккумуляторами, санитарные узлы	15
Зрительные залы, распределительные кулуары и фойе, курительная	14
Кассовый вестибюль, перемоточная, кладовая буфета, кладовая для уборочного инвентаря	12

Продолжение табл. 11.1

Помещения	$t_в$, °С
Магазины (СНиП II-Л.7-70)	
Зал демонстрации новых товаров	18
Помещение для приемки новых товаров и подготовки товаров к продаже, гладильные, помещение для хранения инвентаря, упаковочных материалов и бельевые	16
Торговые залы непродовольственных товаров	15
Торговые залы продовольственных товаров, кладовые обуви, парфюмерных товаров	12
Разгрузочные помещения, разрубочные, помещения для хранения тары, кладовые бакалейных, гастрономических, хлебных, хозяйственных, табачных товаров	10
Кладовые рыбных товаров, овощей	8
Примечания: 1. Дежурное отопление должно поддерживать в нерабочее время температуру в торговых залах 10 °С.	—
2. В административных и бытовых помещениях внутреннюю температуру следует принимать в соответствии со СНиП II-М.3-68 «Вспомогательные здания и помещения промышленных предприятий. Нормы проектирования».	
Предприятия общественного питания (СНиП II-Л.8-71)	
Кабинет врача	20
Помещения для отдыха посетителей, для игр, кабинет зав. производством, кабинет директора, контора, касса, помещения для официантов, кладовщика, совета кафе	18
Зал, раздаточная, буфет, вестибюль, аванзал, помещение для продажи полуфабрикатов и кулинарных изделий, цехи заготовочный, холодный, мясной, рыбный, обработки зелени, овощей, птицегольевой, помещение для фреоновых холодильных установок, помещение для подготовки яиц, помещение для мучных изделий и приготовления пельменей, для резки хлеба, подготовки мороженого, сервизная, помещение для хранения музыкальных инструментов, экспедиция и загрузочная	16
Кладовая сухих продуктов, инвентари-[illegible]нная кладовая винно-водочных изделий, помещение для хранения пива	12
Кладовая кондитерских изделий	6
Горячий цех, помещение для выпечки кондитерских изделий, кладовая овощей, [illegible] при камере пищевых отходов	5
Кладовая фруктов, ягод, овощей, напитков	4
Охлажденные камеры для овощных полуфабрикатов, молочных продуктов, пищевых отходов	2

Продолжение табл. 11.1

Помещения	$t_в$, °С
Охлаждаемая камера для рыбы	—2
Вспомогательные здания и помещения промышленных предприятий (СНиП II-М.3-68)	
Душевые, фотарии	25
Помещения для обогревания работающих	22—24
Гардеробные для пребывания людей с обнаженным телом, преддушевые, помещения для личной гигиены женщин, для кормления грудных детей	23
Помещения для отдыха, обеспыливания рабочей одежды при самообслуживании, ремонта рабочей одежды, ремонта обуви, конструкторские бюро, библиотеки	20
Гардеробные для уличной и рабочей одежды, химической чистки рабочей одежды, рабочие помещения для общественных организаций, помещения архивов, радиоузлов и телефонных станций	18
Вестибюли, гардеробные для уличной одежды, умывальни, помещения для сушки рабочей одежды, помещения для обеспыливания рабочей одежды (при обслуживании), залы совещаний и собраний, светокопировальные мастерские	16
Гаражи	
Диспетчерская комната шоферов	18
Помещение для стоянки автомобилей (без ремонта), кузнечно-рессорное (тепловое) отделение	5
Помещение для стоянки автомобилей (с ремонтом), помещение для регенерации масла	15
Помещение для обслуживания автомобилей (профилакторий), помещение для ремонта (разборочно-сборочный цех), помещение для испытания двигателей (испытательная станция), слесарно-механическое отделение, сварочное отделение, медницко-радиаторное помещение, электротехническое отделение, карбюраторное, столярное, жестяницкое, агрегатное, шиномонтажное, вулканизационная, отдел главного механика	16
Помещение аккумуляторного отделения:	
для разборки и ремонта аккумуляторов, зарядная	16
склад готовых аккумуляторов	10
Малярное отделение	20
Компрессорная, складское помещение	10
Склад резины	5

4) длина внутренних стен — от внутренних поверхностей наружных стен до осей внутренних стен l_3 или между осями внутренних стен l_4;

5) длина и ширина потолков и полов над подвалами и подпольями — между осями внутренних стен l_4 и от внутренних поверхностей наружных стен до осей внутренних стен l_3 и l_5;

6) ширина l_6 и высота l_7 окон, фонарей и дверей — по наименьшим размерам проемов в свету.

Расчетная разность температур наружного и внутреннего воздуха. При проектировании систем отопления учитывают разность расчетных внутренней и зимней наружной температур.

Расчетные температуры внутреннего воздуха непроизводственных помещений принимают в зависимости от назначения помещений (табл. 11.1). В производственных помещениях при расчете теплопотерь за расчетную внутреннюю температуру принимают:

для наружных стен и остекленных поверхностей на высоту 3 м от пола и через полы температуру воздуха в рабочей зоне $t_{р.з}$;

для стен и остекленных поверхностей выше 3 м среднюю температуру

$$\frac{t_{р.з}+t_{в.з}}{2};$$

для покрытий и фонарей температуру воздуха под перекрытием $t_{в.з}$.

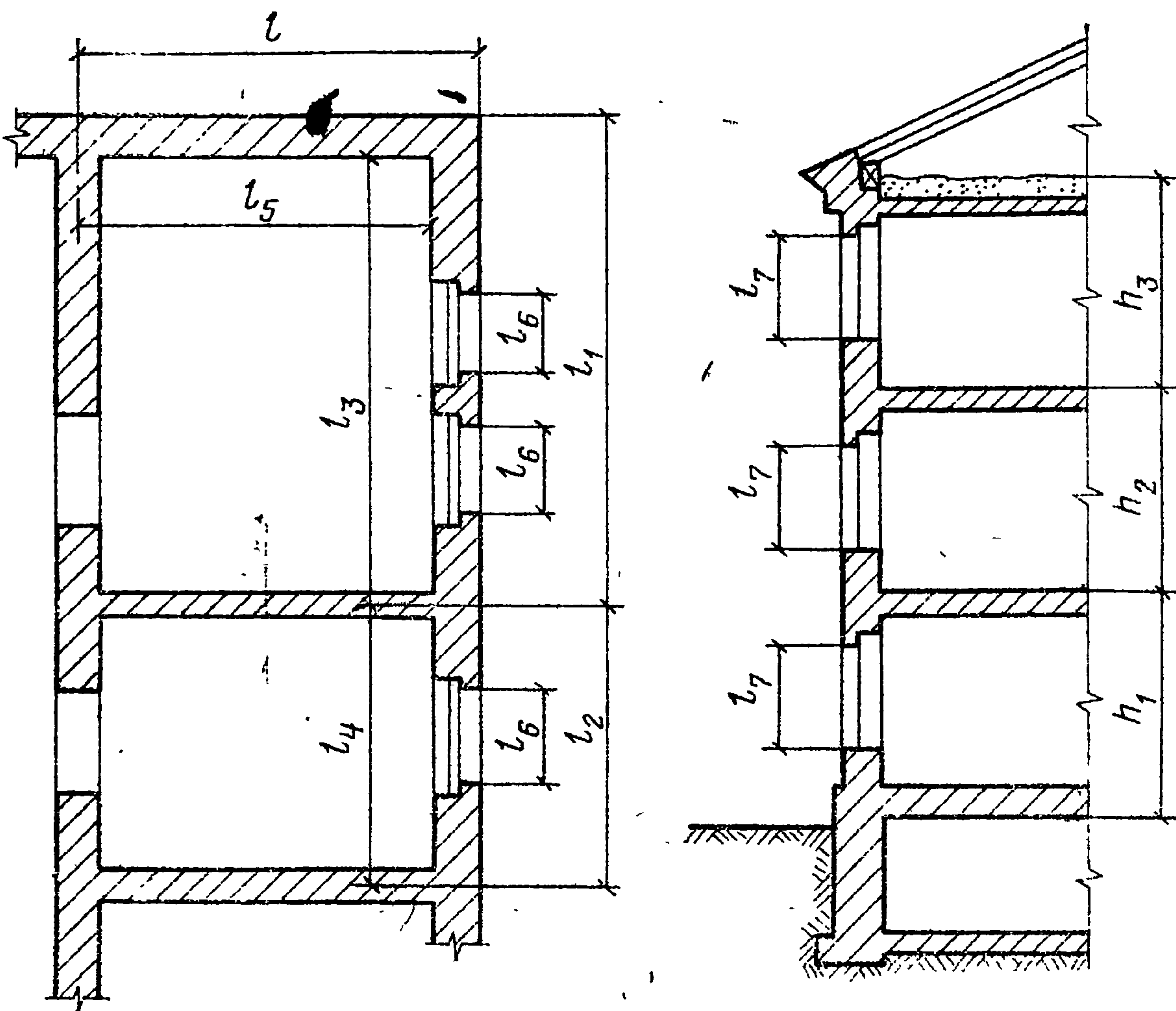


Рис. 11.1. Обмер поверхностей ограждений

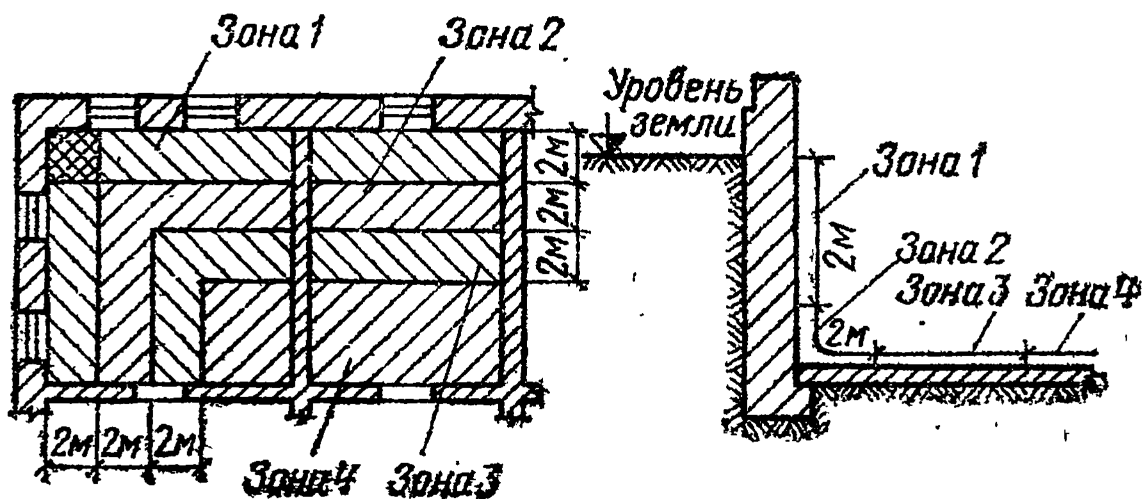


Рис. 11.2. К расчету теплопотерь через полы и стены, заглубленные ниже уровня земли

Температура верхней зоны при обогревании помещений сосредоточенным потоком воздуха

$$t_{в.з}=t_{р.з}+3°С. \qquad (11.2)$$

Для перекрытий над неотапливаемыми подвалами, у которых часть наружных стен высотой 1 м и более расположена над поверхностью земли, расчетная разность температур определяется с учетом температуры воздуха в подвале, подсчитываемой по балансу тепла, поступающего в подвал и теряемого через наружные ограждения.

Для бесчердачного перекрытия с вентилируемой воздушной прослойкой температура воздушной прослойки принимается равной температуре наружного воздуха.

Теплообмен через ограждения между смежными отапливаемыми помещениями учитывается только при разности расчетных температур внутреннего воздуха этих помещений более 5°.

Температура воздуха в производственных и вспомогательных помещениях в нерабочее время (при необходимости поддержания в них положительной температуры) принимается равной 5 °С, если по особым условиям помещения или особенностям технологии производства не требуется другая температура.

Для ограждений, отделяющих отапливаемые помещения от неотапливаемых, расчетная разность температур принимается как для наружных стен с поправочным коэффициентом (см. табл. 7.2).

Теплопотери через полы на грунте, на лагах и через стены, углубленные в землю. Теплопотери через полы, расположенные на грунте, подсчитываются по зонам с учетом расстояния последних от наружных стен. Зоной называется полоса шириной 2 м, параллельная наружной стене (рис. 11.2). Зоны нумеруются, начиная от наружной стены. Часть площади первой зоны, примыкающей к углу наружных стен, измеряют дважды (на рисунке эта площадь показана двойной штриховкой).

Теплопотери через отдельные зоны пола определяют по формуле

$$Q=F\frac{1}{R}(t_в-t_н), \qquad (11.3)$$

где F — площадь какой-либо зоны, м²;

R — сопротивление теплопередаче конструкции пола этой же зоны, м²·ч·°С/ккал.

Сопротивления теплопередаче конструкции пола принимают:

для неутепленных полов $R_{н.п}$ по табл. 11.2;

для утепленных пол $R_{ут.п}$ по формуле

$$R_{ут.п}=R_{н.п}+\sum\frac{l_{ут.сл}}{\lambda_{ут.сл}}, \qquad (11.4)$$

где $l_{ут.сл}$ — толщина утепляющего слоя, м;

$\lambda_{ут.сл}$ — теплопроводность утепляющего слоя, ккал/(м·ч·°С);

для полов на лагах $R_л$ по формуле

$$R_л=1,18R_{ут.п}. \qquad (11.5)$$

ТАБЛИЦА 11.2

СОПРОТИВЛЕНИЕ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ НЕУТЕПЛЕННЫХ ПОЛОВ $R_{н.п}$

Зона	$R_{н.п}$, м²·ч·°С/ккал	$1/R_{н.п}$, ккал/(м²·ч·°С)
Первая	2,5	0,4
Вторая	5	0,2
Третья	10	0,1
Четвертая	16,5	0,06

Примечание. Неутепленными полами считаются полы, конструкция которых независимо от толщины состоит из слоев материалов, имеющих теплопроводность $\lambda \geq 1$ ккал/(м·ч·°С).

Утепленными полами считаются полы с утепляющими слоями из материалов, имеющих теплопроводность $\lambda<1$ ккал/(м·ч·°С).

Теплопотери через подземную часть наружных стен отапливаемых помещений определяют так же, как и теплопотери через полы, т. е. по зонам шириной 2 м с отсчетом их от поверхности земли. Сами полы в этом случае рассматривают как продолжение стен (см. рис. 11.2). Сопротивление теплопередаче в этом случае

ТАБЛИЦА 11.3

ДОБАВОЧНЫЕ ТЕПЛОПОТЕРИ

Факторы, влияющие на увеличение потерь	Помещения и здания	Ограждения, через которые происходят добавочные теплопотери	Добавочные теплопотери к основным, %
Ориентация здания по отношению к странам света	Помещения в зданиях любого назначения	Вертикальные и наклонные (вертикальная проекция) наружные ограждения (стены, двери и светопроемы), обращенные:	
		на север, восток, северо-восток и северо-запад	10
		юго-восток и запад	5
Обдувание ветром	То же	Вертикальные и наклонные (вертикальная проекция) наружные ограждения зданий, возводимых в местностях со средней скоростью ветра до 5 м/с включительно, за три наиболее холодных месяца:	
		ограждения, защищенные от ветра	5
		ограждения, не защищенные от ветра (в зданиях, расположенных на возвышенностях, у реки, озера, на берегу моря или на открытом месте)	10
Наличие двух и более наружных стен	Жилые, общественные, вспомогательные и складские помещения в зданиях любого назначения	Наружные стены, двери и окна	5
Высота отдельных помещений	Общественные здания	Все ограждения	2% на каждый метр высоты сверх 4 м, но не более 15% к общим теплопотерям помещения (эти добавочные теплопотери не следует предусматривать для лестничных клеток)
Проникание в помещение наружного холодного воздуха через наружные двери и при их открывании	Здания любого назначения	Наружные двери при открывании их на короткое время при n этажах в зданиях:	
		тройные и двойные двери без тамбура	100 n
		то же, с тамбуром	80 n
		одинарные двери	65 n
То же	Общественные здания, общежития и гостиницы	Наружные двери главных входов вне зависимости от этажности при проходе через них до 500—600 чел.	400—500

Примечания: 1. Добавочные теплопотери, обусловленные обдуванием здания ветром, следует принимать с коэффициентом 2 при средней скорости ветра за три наиболее холодных месяца от 5 до 10 м/с и с коэффициентом 3 — более 10 м/с.

2. При разработке типовых проектов добавочные теплопотери, обусловленные ориентацией здания на страны света и обдуванием ветром, следует принимать в размере 16%.

3. Точное определение количества проникающего воздуха следует производить по специальному расчету (см. главу 9).

ТАБЛИЦА 11.

ПАРАМЕТРЫ *A* и *a*

Размер ворот, м	Внутренняя температура, °С	Параметр	Значения параметров при температуре наружного воздуха $t_н$, °С						
			—10	—15	—20	—25	—30	—35	—40
3×3 и 4×4	+5	*a*	—	—	1,27	1,38	1,46	1,51	1,65
	+15		—	1,27	1,4	1,5	1,55	1,57	1,6
3×3	+5	*A*	—	5	5,8	6,6	7,4	8,1	8,9
	+15		6	6,5	7,3	8	8,8	9,4	10
4×4	+5		10	11,6	13	14,5	16	17,5	19
	+15		12,7	13,9	15	16,3	17,5	18,8	20

ТАБЛИЦА 11.5

КОЭФФИЦИЕНТ *B*, УЧИТЫВАЮЩИЙ ДОЛЮ ТЕПЛА, ПОГЛОЩЕННОГО МАТЕРИАЛОМ, ЗА 1 ч

Продолжительность нахождения материалов в помещении, ч	Значения коэффициента *B* для несыпучих материалов и транспорта	для сыпучих материалов	для одежды
1	0,5	0,4	0,35
2	0,3	0,25	0,2

ТАБЛИЦА 11.6

ОБЩИЙ РАСХОД Q^t НА ОБОГРЕВАНИЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТОВАРНОГО ВАГОНА

Вагон	Грузоподъемность вагона, т	Значения Q^t, тыс. ккал, при расчетной температуре наружного воздуха для проектирования отопления, °С: —15; при внутренней температуре помещения, °С: +5	—15; +15	—20; +5	—20; +15	—25; +5	—25; +15	—30; +5	—30; +15	—35; +5	—35; +15
Крытый	16,5	27,6	41,4	34,5	48,3	41,4	55,2	48,3	61,1	55,2	69
Платформа	16,5	20	30	25	35	30	40	35	45	40	50
Крытый	20	39	58,4	48,7	68,2	58,4	78	68,2	87,7	78	97,5
Платформа	20	25	37,5	31,2	43,7	37,5	50	43,7	56,2	50	62,5
Крытый	50	72	108	90	126	108	141	126	162	144	180
Платформа	50	60	90	75	105	90	120	105	146	120	150
Хоппер	60	54	81	67,5	94,5	81	108	94,5	121,5	108	135

ТАБЛИЦА 11.7

ОБЩИЙ РАСХОД ТЕПЛА Q^t НА ОБОГРЕВАНИЕ АВТОМОБИЛЯ

Автомобиль	Значения Q^t, тыс. ккал, при расчетной температуре наружного воздуха для проектирования отопления, °С: —10; при внутренней температуре помещения, °С: +5	—10; +15	—15; +5	—15; +15	—20; +5	—20; +15	—25; +5	—25; +15	—30; +5	—30; +15	—35; +5	—35; +15	—40; +5	—40; +15
«Москвич» 408 и 412	0	0,4	0	0,8	0,2	1,3	0,6	1,7	1	2,1	1,4	2,5	1,9	3
«Москвич» 433	0	0,6	0	1,3	0,5	1,8	1	2,3	1,6	2,9	2,1	3,4	2,6	3,9
«Волга», ГАЗ-24	0	0,4	0	1	0	1,5	0,5	2,1	1,2	2,7	1,7	3,3	2,3	3,9
ЗИЛ-111	0	1	0	2,3	0,2	3,6	1,4	4,9	2,8	6,1	4	7,4	5,3	8,7
ГАЗ-69 и 694	0	1,2	0,1	2	0,9	2,7	1,6	3,5	2,4	4,3	3,2	5	3,9	5,8
ПАЗ-651	0	4,2	1,8	6,2	3,8	8,1	5,7	10,1	7,7	12	9,6	14	11,6	15,9
ЗИЛ-157	0	4,9	0	8,5	3,2	12,1	6,8	15,7	10,4	19,3	14	22,9	17,6	26,5
ПАЗ-695Б	0	4,7	1,6	7	3,9	9,3	6,2	11,6	8,5	13,9	10,8	16,2	13,1	18,5
УАЗ-450А	0	1,6	0,3	2,5	1,2	3,4	2,2	4,3	3,1	5,2	4	6,2	4,9	7,1
РАФ-08	0	1,4	0,4	2,1	1,1	2,9	1,9	3,6	2,7	4,4	3,5	5,2	4,2	5,9
РАФ-10	0	1,3	0,1	2,1	0,9	2,8	1,7	3,7	2,6	4,5	3,4	5,3	4,2	6,1
ЗИЛ-130, 150 и 164	0	5,8	2,2	8,5	5	11,5	7,8	14,1	10,5	16,9	13,4	9,7	16,2	22,5
ГАЗ-51 и 51А	0	3,3	1,2	5	2,9	6,6	4,5	8,2	6,2	9,9	7,8	11,5	9,4	13,2
МАЗ-500 и 504	0	5,5	0,6	8,3	3,5	11,2	6,4	14,1	9,3	17,1	12,3	19,9	15,2	22,9

ТАБЛИЦА 11.8

ТЕПЛОПОТЕРИ ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

№ помещения	Внутренняя температура помещения, °C	Ориентация	Ограждение[1]	Размер ограждения, м	Площадь ограждения F, м²	Разность температур $(t_в - t_н)n$, град	Коэффициент теплопередачи k, ккал/(м²×ч·°C)	Основные теплопотери Q, ккал/ч	Добавочные теплопотери, %, в зависимости от ориентации	от скорости ветра	прочие	Добавочные теплопотери, ккал/ч	Общие теплопотери, ккал/ч
101	20	ЮВ	Н. ст.	4,83×3,3	15,93	46	0,89	652	5	5	—	65	717
		СВ	Н. ст.	6,56×3,3	21,6	46	0,89	884	10		—	133	1017
		ЮВ	Д. о	2(1,2×1,6)	3,84	46	2,3—0,89	248	5	5	—	25	273
		—	П	4,3×6,06	26,24	18.4	0,6	290	—	—	—	—	290
													Σ = 2297
102	18	ЮВ	Н. ст.	4×3,3	13,2	44	0,89	511	5	5	—	51	562
		ЮВ	Д. о.	1,2×1,6	1,92	44	2,3—0,89	119	5	5	—	12	131
			П	4×6,06	24,24	17,6	0,6	256	—	—	—	—	256
													Σ = 949
201	20	ЮВ	Н. ст.	4,83×3	14,49	46	0,89	593	5	5	—	59	652
		СВ	Н. ст.	6,56×3	19,68	46	0,89	806	10	5	—	121	927
		ЮВ	Д. о	2(1,2×1,6)	3,84	46	1,41	248	5	5	—	25	273
		—	Пт	4,33×6,06	26,24	36,8	0,7	676	—	—	—	—	676
													Σ = 2528
202	18	ЮВ	Н. ст.	4×3	12	44	0,89	470	5	5	—	47	517
		ЮВ	Д. о.	1,2×1,6	1,92	44	1,41	119	5	5	—	12	131
		—	Пт	4×6,06	24,24	35,2	0,7	593	—	—	—	—	593
													Σ = 1241

[1] Н. ст. — наружная стена; Д. о. — окно с двойным остеклением; П — пол; Пт — потолок.

определяют так же, как для неутепленных или утепленных полов.

Добавочные теплопотери. При определении общих теплопотерь через ограждающие конструкции учитывают приведенные в табл. 11.3 добавочные теплопотери в процентах к основным.

Для ориентировочных расчетов расход тепла на подогревание воздуха, поступающего за счет инфильтрации в производственные помещения промышленных зданий, может быть принят в размере 15—50% теплопотерь помещения (см. главу 9).

Б. Определение расхода тепла на нагревание наружного воздуха, одежды, материалов и транспорта. Расход тепла на нагревание наружного воздуха, поступающего через ворота, не снабженные тамбурами, шлюзами или воздушными завесами, при продолжительности открывания ворот в общей сложности не более 15 мин в смену определяют путем введения коэффициента $n=3$ на теплопотери через ворота; при большей продолжительности открывания ворот — по количеству воздуха, поступающего в помещение, и по нагреву его за определенный промежуток времени.

Общее количество наружного воздуха, поступающего через ворота при кратковременном открывании их, в зданиях с небольшими тепловыделениями можно приближенно (см. главу 9) определять по формуле

$$G_в = A + (a + kv) F, \qquad (11.6)$$

где A и a — параметры, определяемые в зависимости от расчетной зимней температуры наружного воздуха (табл. 11.4);
k — условный коэффициент, равный 0,25 для ворот размером 3×3 м и 0,2 для ворот размером 4×4 м;
v — скорость ветра, м/с;
F — площадь поперечного сечения шахт и открываемых фрамуг в фонарях, м².

Расход тепла Q, ккал/ч, на нагревание материала определяют по формуле

$$Q = G_м cB (t_в - t_м), \qquad (11.7)$$

где $G_м$ — расход материала, кг/ч;
c — удельная теплоемкость материала, ккал/(кг·°С);
B — коэффициент, учитывающий долю тепла, поглощенного материалом за 1 ч (табл. 11.5);
$t_в$ — температура внутреннего воздуха помещения, °С;
$t_м$ — температура вносимого материала, °С.

Температуру материала, поступающего из одного помещения в другое, следует принимать по данным технологического проекта. Температура материала, поступающего снаружи, может быть принята для металла и металлических изделий равной зимней наружной температуре $t_н$, принимаемой для расчета отопления; для других несыпучих материалов — на 10° выше $t_н$; для сыпучих материалов (песок, руда, уголь и пр.) — на 15° выше $t_н$.

Расход тепла на обогревание транспорта, въезжающего в помещение, определяют по формуле

$$Q = Q'B, \qquad (11.8)$$

где Q' — общий расход тепла на обогревание железнодорожных вагонов (табл. 11.6) или автомашин (табл. 11.7), ккал.

Пример 11.1. Определить теплопотери жилых помещений ($t_в$ для средних помещений 18° С, для угловых 20° С), расположенных в первом и втором этажах здания (рис. 11.3). Здание (защищенное) находится на застроенной площадке в Серпухове ($t_н$ = —26° С).

Конструкция ограждений и коэффициенты их теплопередачи: наружные стены — из крупных шлакобетонных блоков с наружным фактурным слоем (плотность 1400 кг/м³), k=0,89 ккал/(м²·ч·°С); окна с двойными деревянными переплетами, k=2,3 ккал/м²·ч·°С; пол над неотапливаемым подвалом, k=0,6 ккал/(м²·ч·°С); чердачное перекрытие, k=0,7 ккал/(м²·ч·°С). Кровля покрыта листовой сталью по сплошному настилу.

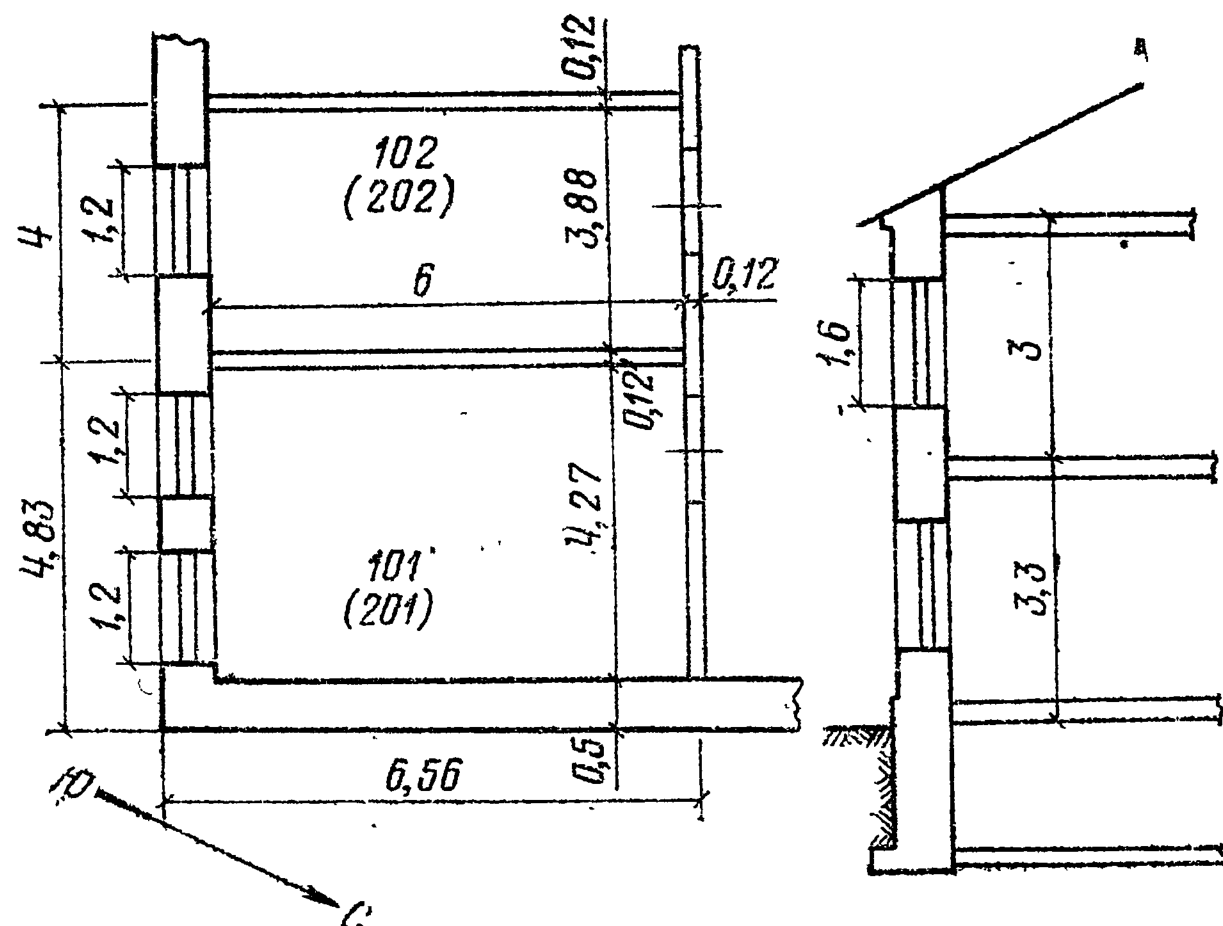


Рис. 11.3. К расчету теплопотерь помещений

Прежде чем приступить к подсчетам, нумеруют все помещения поэтажно. Помещение подвального этажа нумеруют с № 1, помещения первого этажа — с № 101, помещения второго этажа — с № 201 и т. д. Теплопотери лестничной клетки определяют как для одного помещения. Каждую лестничную клетку обозначают буквами А, Б и т. д. Результаты расчета заносят в бланк (табл. 11.8).

При расчете теплопередачи через наружные стены площадь окон не вычитают, но вместо коэффициента теплопередачи окна принимают разность между коэффициентом теплопередачи окна и наружной стены.

Для полов над неотапливаемым подвалом, расположенным ниже уровня земли, без окон в наружных стенах подвала разность температур принята с коэффициентом n=0,4, т. е. для неугловых помещений 44·0,4=17,6° С и для угловых 46·0,4=18,4° С. Для чердачного перекрытия разность температур принята с коэффициентом 0,8, т. е соответственно 44·0,8=35,2° С и 46·0,8=36,8° С

11.2. Расчетная теплопроизводительность системы отопления здания

Фактическая расчетная теплопроизводительность системы отопления, ккал/ч:

$$Q_{с.о} = Q_{зд} + Q' + Q'',$$

где $Q_{зд}$ — расчетные теплопотери отапливаемого здания;
Q' — дополнительные теплопотери, связанные с остыванием теплоносителя в подающих и обратных магистральных трубопроводах, проходящих в неотапливаемых помещениях;
Q'' — дополнительные теплопотери, связанные с размещением поверхностей нагрева у наружных ограждений и прочие.

Суммарная величина дополнительных теплопотерь не должна превышать 15% расчетных.

11.3. Расход тепла на отопление по укрупненным измерителям

Ориентировочные значения теплопотерь здания определяют по формуле

$$Q = axV\,(t_{ср} - t_н), \quad (11.9)$$

где a — поправочный коэффициент для жилых и общественных зданий: $a \approx 0{,}54 + 22/(t_в - t_н)$;

x — удельная тепловая характеристика здания, ккал/м³·ч·°С;

V — наружный объем здания (или его отапливаемой части), м³.

Удельная тепловая характеристика здания любого назначения может быть определена по формуле, предложенной Н. С. Ермолаевым:

$$x = \frac{P}{S}\,[k_{ст} + \rho_о\,(k_{ок} - k_{ст})] + \frac{1}{h}\,(0{,}9k_{пот} + 0{,}6k_{пола}), \quad (11.10)$$

где P — периметр здания, м;

S — площадь здания, м²;

h — высота здания, м;

$\rho_о$ — коэффициент остекления, т. е. отношение площади остекления к площади вертикальных наружных ограждений;

$k_{ст}$, $k_{ок}$, $k_{пот}$, $k_{пола}$ — коэффициенты теплопередачи соответственно стен, окон, потолка, пола.

Глава 12. ОТОПИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

12.1. Виды отопительных приборов

Отопительные приборы систем центрального отопления делятся на пять основных видов: радиаторы секционные и панельные, гладкотрубные приборы (с гладкой поверхностью), конвекторы, ребристые трубы (с ребристой поверхностью).

По высоте отопительные приборы подразделяются на высокие (высотой более 600 мм), средние (от 400 до 600 мм) и низкие (менее 400 мм). Приборы высотой менее 200 мм именуются плинтусными.

Техническая характеристика выпускаемых отопительных приборов дана в табл. 12.1 и 12.2. В табл. 12.3 дается сравнительная теплотехническая характеристика отопительных приборов.

12.2. Теплопередача отопительных приборов

Нагревательная поверхность отопительных приборов согласно нормам измеряется и указывается в проектах в эквивалентных квадратных метрах.

Эквивалентным квадратным метром (экм) называется площадь нагревательной поверхности отопительного прибора, отдающая в 1 ч 435 ккал тепла при разности средней температуры теплоносителя и воздуха 64,5° и соблюдении условий испытания: площадь поверхности испытываемых отопительных приборов должна быть равной приблизительно 2 экм; испытания должны проводиться одновременно и в одинаковых условиях с работой эталонного отопительного прибора (открыто установленный у стены радиатор М-132, состоящий из семи секций, теплоноситель подается в верхнюю пробку в количестве 17,4 кг/ч на 1 экм).

Тепловой поток, передаваемый через нагревательную поверхность приборов, зависит от коэффициента теплопередачи $k_{пр}$, ккал/(ч·экм·°С), определяемого по формулам:

при теплоносителе паре

$$k_{пр} = m\Delta t^n; \quad (12.1а)$$

при теплоносителе воде:

для радиаторов секционных и панельных колончатых

$$k_{пр} = m\Delta t^n_{ср}\left(\frac{G_{отн}}{F_р}\right)^p; \quad (12.1б)$$

для остальных отопительных приборов

$$k_{пр} = m\Delta t^n_{ср}\,G^p_{отн}, \quad (12.1в)$$

где $\Delta t = t_{нас} - t_в$ — разность между температурой насыщенного пара $t_{нас}$ в приборе и температурой окружающего воздуха $t_в$, °С;

$\Delta t_{ср} = t_{ср} - t_в$ — разность между средней температурой воды $t_{ср}$ в приборе и $t_в$, °С;

m, n, p — экспериментальные численные показатели;

$F_р$ — расчетная площадь нагревательной поверхности радиатора, экм;

$G_{отн}$ — относительный расход воды в приборе:

для радиаторов секционных и панельных колончатых

$$G_{отн} = G/17{,}4; \quad (12.2а)$$

для конвекторов типа КП и «Прогресс»

$$G_{отн} = G/35; \quad (12.2б)$$

для остальных отопительных приборов

$$G_{отн} = G/300; \quad (12.2в)$$

здесь G — действительный расход воды в приборе, кг/ч.

Плотность теплового потока на 1 экм площади нагревательной поверхности приборов $q_э$, ккал/(ч·экм), определяется по формуле

$$q_э = k_{пр}\,\Delta t, \quad (12.3)$$

в частности:

при теплоносителе паре

$$q_э = m\Delta t^{1+n}; \quad (12.4а)$$

при теплоносителе воде:

для радиаторов секционных и панельных колончатых

$$q_э = \frac{m_1}{\varphi F^p_р}\,\Delta t^{1+n}_{ср}; \quad (12.4б)$$

для остальных отопительных приборов

$$q_э = \frac{m_1}{\varphi}\,\Delta t^{1+n}_{ср}, \quad (12.4в)$$

где φ — поправочный коэффициент, учитывающий расход воды и схему присоединения отопительного прибора (табл. 12.4); определяется по табл. 12.5:

$$\varphi = \frac{m_1}{mG^p_{отн}}, \quad (12.5)$$

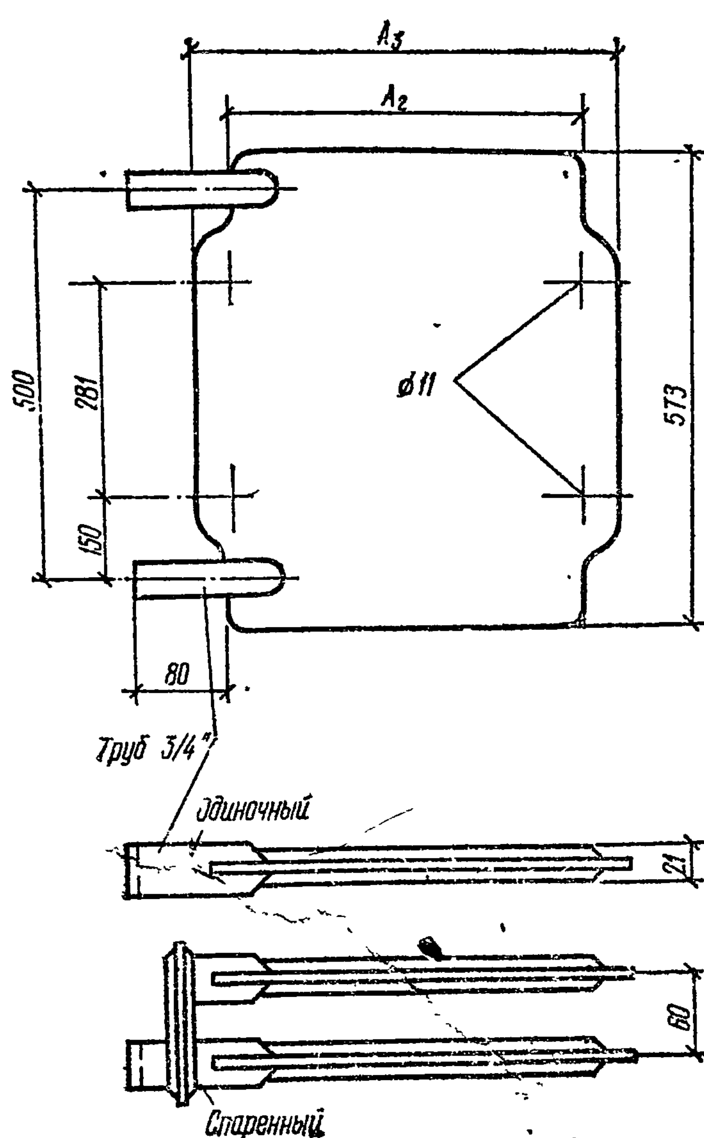
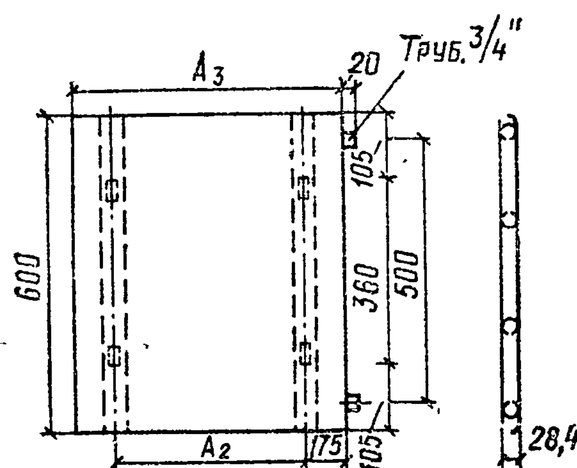
m_1 — одно из экспериментальных значений коэффициента m, принятое за базовое для различных схем присоединения какого-либо прибора.

ТАБЛИЦА 12.1

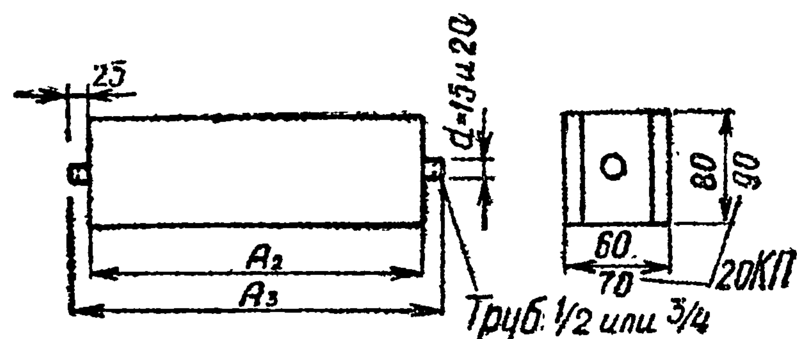
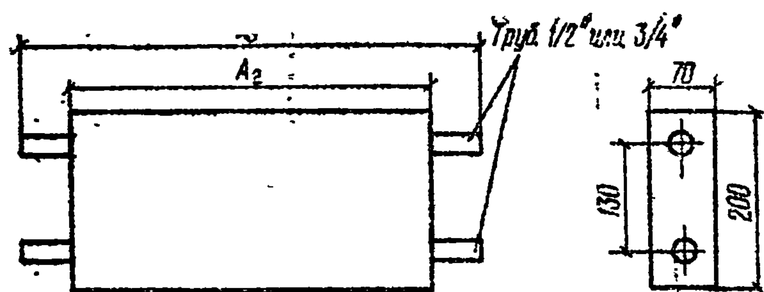
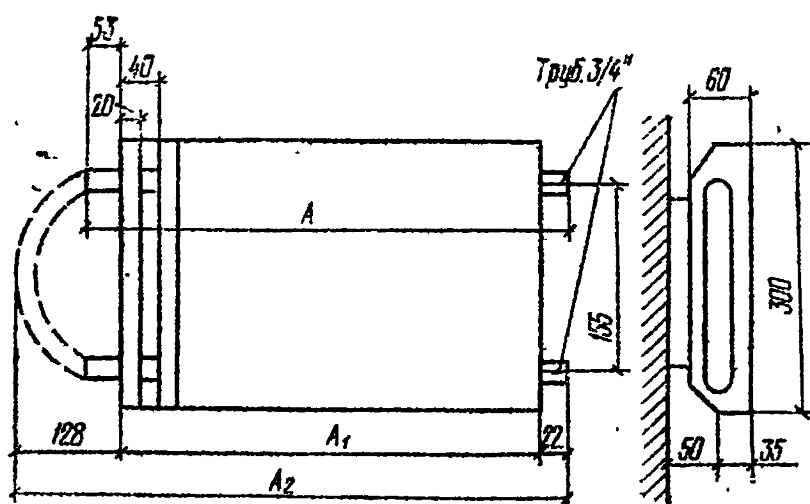
ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВЫПУСКАЕМЫХ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Эскиз	Вид и тип прибора	Единица измерения	Площадь нагревательной поверхности f		Строительные размеры, мм				Емкость, л	Масса, кг
			м²	экм	A	A_1	A_2	A_3		
	Радиаторы чугунные секционные									
	М-140-АО	1 секция	0,299	0,35	582	500	140	—	1,43	8,23
	М-140	то же	0,244	0,31	582	500	140	—	1,55	7,44
	М-140-АО-300	»	0,17	0,217	382	300	140	—	1,1	5,29
	М-90	»	0,2	0,26	582	500	90	—	1,25	6,58
	РД-90с	»	0,203	0,275	582	500	90	—	1,5	6,95
	Ребристые трубы чугунные									
	Труба с круглыми ребрами (ГОСТ 1816—64) длиной, м:									
	0,75	шт.	1,5	1,03	—	—	750	—	2,88	26,3
	1	»	2	1,38	—	—	1000	—	3,85	35
	1,5	»	3	2,07	—	—	1500	—	5,8	52,5
	2	»	4	2,76	—	—	2000	—	7,7	70
	Радиаторы стальные штампованные панельные колончатые									
	Одиночные концевые (и проходные с индексом А):									
	МЗ-500-1	1 панель	0,64	0,83	564	500	370	518	2,7	7,5
	МЗ-500-2	то же	0,96	1,25	564	500	370	766	4	11
	МЗ-500-3	»	1,2	1,56	564	500	370	952	5	13,8
	МЗ-500-4	»	1,6	2,08	564	500	370	1262	6,65	18,8
	МЗ-350-1	»	0,425	0,6	406	350	250	518	1,5	5,77
	МЗ-350-2	»	0,637	0,89	406	350	250	766	2,25	8,65
	МЗ-350-3	»	0,828	1,16	406	350	250	1014	2,8	10,8
	МЗ-350-4	»	1,062	1,49	406	350	250	1262	3,75	14,4

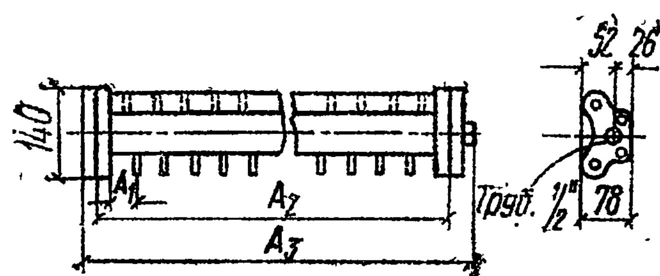
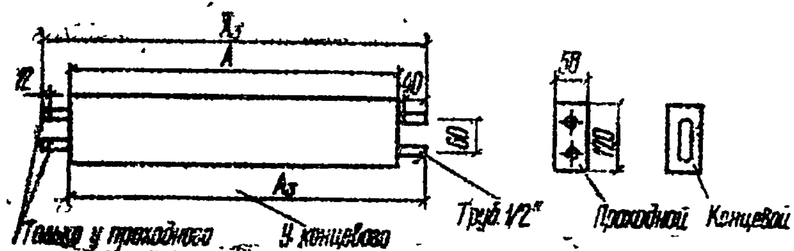
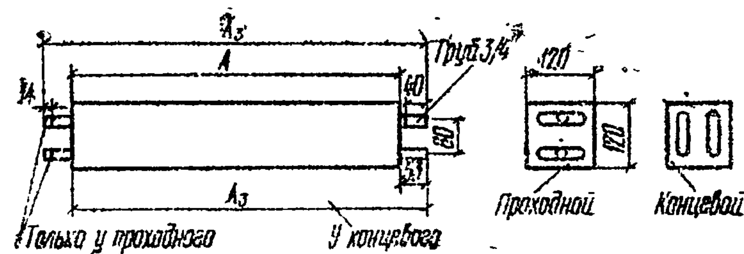
Продолжение табл. 12.1

Эскиз	Вид и тип прибора	Единица измерения	Площадь нагревательной поверхности, *f*		Строительные размеры, мм				Емкость, л	Масса, кг
			м²	экм	*A*	A_1	A_2	A_3		
	Спаренные концевые (и проходные с индексом А):									
	2МЗ-500-1	1 комплект	1,28	1,41	564	500	370	518	5,4	15,3
	2МЗ-500-2	то же	1,92	2,12	564	500	370	766	8	22,3
	2МЗ-500-3	»	2,4	2,65	564	500	370	952	10	27
	2МЗ-500-4	»	3,2	3,53	564	500	370	1262	13,3	37
	2МЗ-350-1	»	0,85	1,01	406	350	250	518	3	11,85
	2МЗ-350-2	»	1,275	1,52	406	350	250	766	4,5	17,6
	2МЗ-350-3	»	1,656	1,97	406	350	250	1014	5,6	21,9
	2МЗ-350-4	»	2,125	2,52	406	350	250	1262	7,5	29,1
	Одиночные проходные:									
	МН6-500-1	1 панель	0,64	0,83	564	500	370	543	2,3	8,59
	МН6-500-2	то же	0,96	1,25	564	500	370	791	3,5	12,1
	МН6-500-3	»	1,2	1,56	564	500	370	977	4,5	14,85
	МН6-500-4	»	1,6	2,08	564	500	370	1287	6,1	19,89
Радиаторы стальные штампованные панельные змеевиковые										
	Одиночные:									
	3С-11-3	1 панель	0,73	0,97	573	500	525	545	3,34	8,37
	3С-11-4	то же	0,93	1,24	573	500	674	694	4,26	10,55
	3С-11-5	»	1,13	1,51	573	500	824	844	5,22	12,1
	3С-11-6	»	1,35	1,81	573	500	1000	1018	6,26	14,2
	3С-11-7	»	1,6	2,13	573	500	1170	1190	7.34	16.74
	Спаренные:									
	3С-21-3	1 комплект	1,46	1,65	573	500	525	545	6,7	16,84
	3С-21-4	то же	1,86	2,1	573	500	674	694	8,6	21,34
	3С-21-5	»	2,26	2,57	573	500	824	844	10,5	24,44
	3С-21-6	»	2,7	3,08	573	500	1000	1018	12,6	28,5
	3С-21-7	»	3,2	3.62	573	500	1170	1190	14,7	33,48
	Листотрубные одиночные:									
	КЛТ-1	1 панель	0,81	0,77	600	500	—	600	0,68	7,4
	КЛТ-2	то же	1,08	1,03	600	500	450	800	0,94	9,3
	КЛТ-3	»	1,35	1,29	600	500	650	1000	1,21	11,25
	КЛТ-4	»	1,62	1,55	600	500	850	1200	1,47	13,2
	КЛТ-5	»	1,89	1,8	600	500	1050	1400	1,73	15,15
	КЛТ-6	»	2,16	2,06	600	500	1250	1600	1,98	18,45
	КЛТ-7	»	2,7	2,58	600	500	1650	2000	2,54	23
	Листотрубные спаренные:									
	2КЛТ-1	1 комплект	1,62	1,31	600	500	—	600	1,36	15,3
	2КЛТ-2	то же	2,16	1,75	600	500	450	800	1,88	19,1
	2КЛТ 3	»	2,7	2,19	600	500	650	1000	2,42	23
	2КЛТ-4	»	3,24	2,64	600	500	850	1200	2,94	26,9
	2КЛТ-5	»	3,78	3,06	600	500	1050	1400	3,46	30,8
	2КЛТ-6	»	4,32	3,5	600	500	1250	1600	3,96	37,4
	2КЛТ-7	»	5,4	4,38	600	500	1650	2000	5,08	46,5

Продолжение табл. 12.1

Эскиз	Вид и тип прибора	Единица измерения	Площадь нагревательной поверхности f		Строительные размеры, мм				Емкость, л	Масса, кг
			м²	экм	A	A_1	A_2	A_3		
	Конвекторы плинтусные стальные без кожуха									
	15КП-0,5	1 конвектор	0,37	0,25	—	—	450	500	0,1	1,75
	15КП-0,75	то же	0,55	0,34	—	—	700	750	0,15	2,6
	15КП-1	»	0,73	0,46	—	—	950	1000	0,2	3,4
	15КП-1,25	»	0,95	0,6	—	—	1200	1250	0,25	4,2
	15КП-1,5	»	1,14	0,7	—	—	1450	1500	0,3	5
	15КП-1,75	»	1,37	0,86	—	—	1700	1750	0,35	5,9
	20КП-0,5	»	0,49	0,28	—	—	450	500	0,18	2,38
	20КП-0,75	»	0,68	0,42	—	—	700	750	0,25	3
	20КП-1	»	0,91	0,57	—	—	950	1000	0,34	4
	20КП-1,25	»	1,15	0,72	—	—	1200	1250	0,42	5,2
	20КП-1,5	»	1,43	0,89	—	—	1450	1500	0,503	6
	20КП-1,75	»	1,67	1,04	—	—	1700	1750	0,587	7,2
	Конвекторы низкие стальные двухтрубные «Прогресс»									
	Прогресс-15:									
	№ 1	1 конвектор	0,88	0,5	—	—	400	517	—	3,95
	№ 2	то же	1,11	0,63	—	—	500	617	—	4,98
	№ 3	»	1,33	0,75	—	—	600	717	—	5,92
	№ 4	»	1,55	0,88	—	—	700	817	—	6,95
	№ 5	»	1,77	1	—	—	800	917	—	7,9
	№ 6	»	1,99	1,13	—	—	900	1017	—	8,95
	№ 7	»	2,21	1,25	—	—	1000	1117	—	9,88
	№ 8	»	2,43	1,38	—	—	1100	1217	—	10,9
	№ 9	»	2,65	1,5	—	—	1200	1317	—	11,85
	Прогресс-20:									
	№ 1	1 конвектор	0,88	0,48	—	—	400	517	—	4,13
	№ 2	то же	1,1	0,6	—	—	500	617	—	5,16
	№ 3	»	1,32	0,72	—	—	600	717	—	6,2
	№ 4	»	1,54	0,84	—	—	700	817	—	7,22
	№ 5	»	1,76	0,96	—	—	800	917	—	8,25
	№ 6	»	1,98	1,08	—	—	900	1017	—	9,3
	№ 7	»	2,2	1,2	—	—	1000	1117	—	10,3
	№ 8	»	2,42	1,32	—	—	1100	1217	—	11,35
	№ 9	»	2,64	1,45	—	—	1200	1317	—	12,45
	Конвекторы низкие стальные двухтрубные «Аккорд»									
	Концевые и проходные однорядные:									
	А-12	1 конвектор	—	0,6	555	460	610	—	—	5,62
	А-16	то же	—	0,8	715	620	770	—	—	7,27
	А-20	»	—	1	875	780	930	—	—	8,97
	А-24	»	—	1,2	1035	940	1090	—	—	10,63
	А-28	»	—	1,4	1195	1100	1250	—	—	12,29
	А-32	»	—	1,6	1355	1260	1410	—	—	13,95
	А-36	»	—	1,8	1515	1420	1570	—	—	15,61
	А-40	»	—	2	1675	1580	1730	—	—	17,27

Продолжение табл. 12.1

Эскиз	Вид и тип прибора	Единица измерения	Площадь нагревательной поверхности *f*		Строительные размеры, мм				Емкость, л	Масса, кг
			м²	экм	*A*	A_1	A_2	A_3		
	Конвекторы плинтусные чугунные одноканальные									
	ЛТ-10-0,3	1 конвектор	0,27	0,265	—	37,5	295	349	0,565	5,4
	ЛТ-10-0,6	то же	0,54	0,53	—	40	601	655	1,15	10,8
	Нагреватели конвекторов с кожухом «Комфорт»									
	Двухтрубный проходной:									
	К17	1 нагреватель	1,61	1,24	600	—	—	706	—	4,2
	К18	то же	2,68	2,15	1000	—	—	1106	—	6,9
	К19	»	3,75	2,87	1400	—	—	1506	—	9,6
	Двухтрубный концевой:									
	К23	»	1,61	1,24	600	—	—	653	—	4,2
	К24	»	2,68	2,15	1000	—	—	1053	—	6,9
	К25	»	3,75	2,87	1400	—	—	1453	—	9,6
	Четырехтрубный проходной:									
	К30	»	1,1	1,53	600	—	—	706	—	8,2
	К31	»	3,66	2,55	1000	—	—	1106	—	10,8
	К32	»	5,13	3,57	1400	—	—	1506	—	15
	Четырехтрубный концевой:									
	К33	»	1,1	1,53	600	—	—	653	—	8,2
	К34	»	3,66	2,55	1000	—	—	1053	—	10,8
	К35	»	5,13	3,57	1400	—	—	1453	—	15

П р и м е ч а н и е. Характеристика отопительных приборов, снятых с производства, дана во 2-м изд. настоящего справочника (М., Стройиздат, 1967).

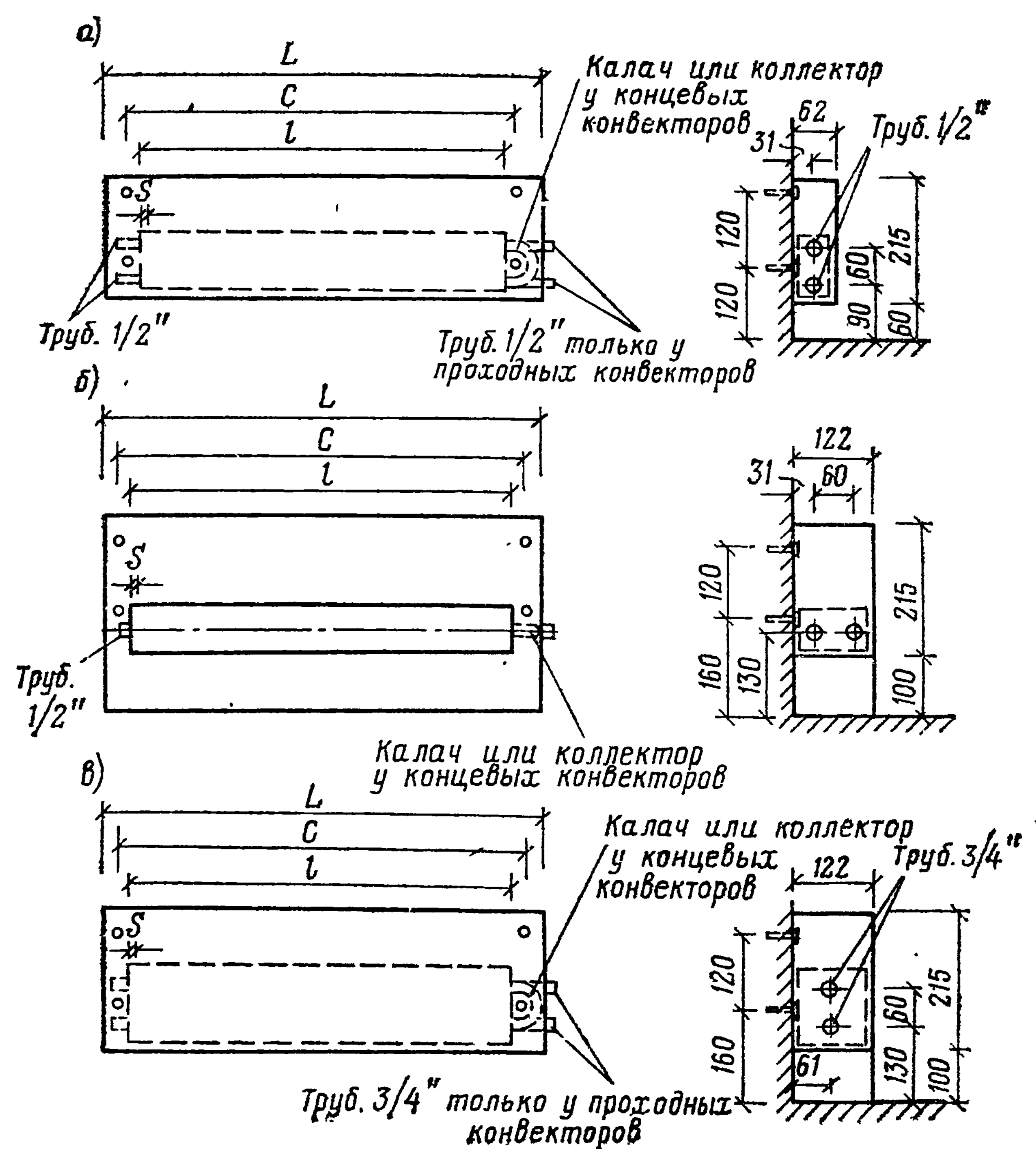


Рис. 12.1. Конвектор «Комфорт»

а — двухтрубный настенный $Н_н$-1... 3; *б* — двухтрубный настенный $Н_н$-5...12 и напольный Н-4...12; *в* — четырехтрубный настенный $Н_н$-13...15 и напольный Н-13...15

ТАБЛИЦА 12.2

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОНВЕКТОРОВ С КОЖУХОМ

Марка конвектора				Площадь нагревательной поверхности $f_э$, экм	Размеры, мм				Масса, кг	
настенного		напольного			L	l	C	s (шаг пластин)	настенного	напольного
проходного	концевого	проходного	концевого							
Конвекторы «Комфорт» двухтрубные (рис. 12.1, а, б)										
$Н_н$-1А	$Н_н$-1	—	—	0,76	710	600	620	7,5	5,5	—
$Н_н$-2А	$Н_н$-2	—	—	1,27	1110	1000	1020	7,5	8,7	—
$Н_н$-3А	$Н_н$-3	—	—	1,78	1510	1400	1420	7,5	11,6	—
—	—	—	Н-4	0,81	710	600	620	10	—	6,9
$Н_н$-5А	$Н_н$-5	Н-5А	Н-5	0,985	710	600	620	7,5	7	7,3
$Н_н$-6А	$Н_н$-6	Н-6А	Н-6	1,24	710	600	620	5	8	8
—	—	Н-7А	Н-7	1,39	1110	1000	1025	10	—	10,2
$Н_н$-8А	$Н_н$-8	Н-8А	Н-8	1,79	1110	1000	1025	7,5	10	11
$Н_н$-9А	$Н_н$-9	Н-9А	Н-9	2,15	1110	1000	1025	5	11,5	12,5
—	—	Н-10А	Н-10	1,9	1510	1400	1420	10	—	13,2
$Н_н$-11А	$Н_н$-11	Н-11А	Н-11	2,3	1510	1400	1420	7,5	13	14
$Н_н$-12А	$Н_н$-12	Н-12А	Н-12	2,87	1510	1400	1420	5	15,5	15,7
Конвекторы «Комфорт» четырехтрубные (рис. 12.1, в)										
$Н_н$-13А	$Н_н$-13	Н-13А	Н-13	1,53	710	600	620	7,5	11	12
$Н_н$-14А	$Н_н$-14	Н-14А	Н-14	2,55	1110	1000	1020	7,5	15	17
$Н_н$-15А	$Н_н$-15	Н-15А	Н-15	3,57	1510	1400	1420	7,5	20	23

Продолжение табл. 12.2

Марка конвектора		Площадь нагревательной поверхности конвектора $f_э$, экм		Размеры, мм				Масса, кг
проходного	концевого	проходного	концевого	L	l	C	[illegible]	
Конвекторы «Комфорт-20» (высота кожуха 275 мм, расстояние от пола 150 мм)								
400А	400	0,8	0,75	500	400	425	10	7,2
500А	500	1	0,95	600	500	525	10	8,4
400А	400	1,2	1,1	500	400	425	5	8,8
500А	500	1,5	1,4	600	500	525	5	10,5
600А	600	1,8	1,7	700	600	625	5	12,2
700А	700	2,1	2	800	700	725	5	13,9
800А	800	2,4	2,3	900	800	825	5	15,5
900А	900	2,7	2,6	1000	900	925	5	17,2
1000А	1000	3	2,9	1100	1000	1025	5	19
1100А	1100	3,3	3,2	1200	1100	1125	5	20,6
1200А	1200	3,6	3,5	1300	1200	1225	5	22,5

ТАБЛИЦА 12.3

ТЕПЛОПЕРЕДАЧА ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ ДЛИНОЙ 1 м (ПРИ $\Delta t_{ср}$=64,5 °С И РАСХОДЕ ВОДЫ 300 кг/ч) И ДЛИНА 1 экм ПРИБОРОВ

Вид и тип отопительного прибора	Глубина прибора, мм	Теплопередача, ккал/(ч·м)	Длина 1 экм, мм	Расход воды при испытании прибора, кг/ч
Радиатор чугунный секционный М-140-АО	140	1670	277	35
То же, М-140-АО-300	140	1040	447	35
» М-90	90	1245	372	35
» РД-90с	90	1310	353	35
Ребристая труба чугунная	175	744	725	35
Радиатор стальной штампованный панельный колончатый МЗ-500 одиночный	18	743	625	35
То же, спаренный	78	1260	368	35
Радиатор стальной штампованный панельный змеевиковый ЗС-11 одиночный	21	880	515	22
То же, ЗС-21 спаренный	101	1555	363	22
То же, КЛТ листотрубный одиночный	28	565	800	190
То же, 2КЛТ листотрубный спаренный	107	960	471	190
Конвектор плинтусный стальной 15КП однорядный	60	212	2175	35
То же, 20КП однорядный	70	285	1755	47
Конвектор «Прогресс-15» однорядный	70	525	900	52

Продолжение табл. 12.3

Вид и тип отопительного прибора	Глубина прибора, мм	Теплопередача, ккал/(ч·м)	Длина 1 экм, мм	Расход воды при испытании прибора, кг/ч
Конвектор «Прогресс-20» однорядный	70	500	944	118
Конвектор «Аккорд» однорядный	60	514	846	300
Конвектор плинтусный чугунный ЛТ-10 однорядный	78	352	1230	300
Конвектор «Комфорт» двухтрубный настенный:				
$Н_н$-1 при s=7,5 мм	62	467	935	300
$Н_н$-5 при s=7,5 »	122	603	720	300
$Н_н$-6 при s=5 »	122	756	573	300
Н-10 при s=10 »	122	546	795	300
Конвектор «Комфорт» четырехтрубный напольный Н-14 (при s=7,5 мм)	122	1000	435	300
Конвектор «Комфорт-20»:				
при s=5 мм	160	1120	389	300
» s=10 »	160	750	583	300
Регистр из четырех рядов гладких труб:				
$d_у$= 32 мм	42	374	1165	—
$d_у$=100 »	108	960	455	—

Примечание. В последней графе указан расход воды, необходимый для передачи 435 ккал/ч тепла через 1 экм (для радиаторов — 870 ккал/ч через 2 экм).

КОЭФФИЦИЕНТ φ, УЧИТЫВАЮЩИЙ РАСХОД ВОДЫ И СХЕМУ

Вид и тип отопительного прибора	№ схемы присоединения по табл. 12.4	Значения коэффициента φ при расходе воды																	
		20	30	40	50	60	70	80	90	100									
										0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Радиаторы чугунные секционные и стальные штампованные панельные колончатые: при $\frac{G_{отн}}{F_р} \leqslant 7$	1	1,05	1,04	1,04	1,03	1,02	1,01	1	1	1	1	1	1	1	1	0,99	0,99	0,99	0,99
	2	1,16	1,13	1,11	1,08	1,07	1,06	1,04	1,03	1,02	1,01	1,01	1	1	0,99	0,99	0,98	0,98	0,97
	3	1,14	1,12	1,09	1,07	1,06	1,05	1,04	1,04	1,04	1,02	1,01	1	1	0,99	0,98	0,98	0,98	0,98
» $\frac{G_{отн}}{F_р} > 7$	—	Для всех схем при																	
Радиаторы стальные штампованные панельные змеевиковые	—	1,09	1,05	1,01	1	0,97	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91	0,9	0,89	0,89	0,89	0,88	0,87	0,87	0,87
То же, листотрубные	—	1,19	1,15	1,12	1,11	1,09	1,07	1,06	1,05	1,04	1,03	1,02	1,02	1,01	1,01	1	1	0,99	0,99
Конвекторы плинтусные стальные без кожуха. 15КП	1	0,93	0,92	0,91	0,9	0,9	0,89	0,89	0,89	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88
	2	0,96	0,95	0,94	0,93	0,93	0,92	0,92	0,92	0,91	0,91	0,91	0,91	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
	3	0,99	0,98	0,97	0,96	0,96	0,95	0,95	0,95	0,94	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93
	4	1,02	1,01	1	0,99	0,99	0,98	0,98	0,98	0,97	0,97	0,97	0,97	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
	5	0,97	0,96	0,95	0,94	0,94	0,93	0,93	0,93	0,92	0,92	0,92	0,92	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91
	6	1	0,99	0,98	0,97	0,97	0,96	0,96	0,96	0,95	0,95	0,95	0,95	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94
	7	1,03	1,02	1,01	1	1	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98	0,98	0,98	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
20КП	1	0,8	0,79	0,77	0,76	0,75	0,74	0,74	0,73	0,72	0,72	0,71	0,71	0,7	0,7	0,7	0,69	0,69	0,68
	2	0,83	0,81	0,8	0,79	0,77	0,77	0,76	0,75	0,75	0,74	0,73	0,73	0,73	0,72	0,72	0,71	0,71	0,71
	3	0,86	0,84	0,82	0,81	0,8	0,79	0,78	0,78	0,77	0,76	0,75	0,75	0,75	0,74	0,74	0,73	0,73	0,73
	4	0,89	0,87	0,85	0,84	0,83	0,82	0,81	0,8	0,8	0,79	0,78	0,78	0,77	0,77	0,77	0,76	0,76	0,75
	5	0,89	0,87	0,85	0,85	0,83	0,82	0,81	0,81	0,8	0,79	0,78	0,78	0,78	0,77	0,77	0,76	0,76	0,76
	6	0,89	0,87	0,85	0,85	0,83	0,82	0,81	0,81	0,8	0,79	0,78	0,78	0,78	0,77	0,77	0,76	0,76	0,76
	7	1,03	1,02	1,01	1	1	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98	0,98	0,98	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
Конвекторы плинтусные чугунные ЛТ-10	1	1,06	1,03	0,99	0,98	0,97	0,97	0,96	0,95	0,95	0,95	0,94	0,94	0,93	0,93	0,93	0,93	0,92	0,92
	2	1,09	1,05	1,02	1,01	0,99	0,99	0,98	0,97	0,97	0,97	0,96	0,96	0,95	0,95	0,95	0,95	0,94	0,94
	3	1,13	1,09	1,05	1,04	1,03	1,03	1,02	1,01	1,01	1,01	1	1	0,99	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98
	4	1,16	1,13	1,09	1,08	1,06	1,06	1,05	1,04	1,04	1,04	1,03	1,03	1,02	1,02	1,02	1,02	1,01	1,01
	5	1,13	1,09	1,05	1,04	1,03	1,03	1,02	1,01	1,01	1,01	1	1	0,99	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98
	6	1,16	1,11	1,08	1,07	1,05	1,05	1,04	1,03	1,03	1,03	1,02	1,02	1,01	1,01	1,01	1,01	1	1
	7	1,21	1,17	1,13	1,12	1,11	1,11	1,1	1,08	1,08	1,08	1,07	1,07	1,06	1,06	1,06	1,06	1,05	1,05
Ребристые трубы чугунные	1	0,95	1	0,9	0,9	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88
	2	1,05	1,02	1	1	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98
	3	1,16	1,12	1,1	1,1	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08
Конвекторы низкие стальные двухтрубные: «Прогресс-15»	2	1,15	1,12	1,09	1,08	1,07	1,06	1,05	1,04	1,03	1,02	1,02	1,02	1,01	1,01	1	1	0,99	0,99
	4	1,32	1,3	1,26	1,25	1,23	1,22	1,21	1,2	1,19	1,18	1,18	1,18	1,17	1,17	1,15	1,15	1,14	1,14
	5	1,22	1,19	1,16	1,15	1,14	1,13	1,11	1,11	1,09	1,08	1,08	1,08	1,07	1,07	1,06	1,06	1,05	1,05
	7	1,2	1,17	1,14	1,13	1,12	1,11	1,1	1,1	1,07	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,05	1,05	1,04	1,04
	8	1,29	1,26	1,22	1,21	1,2	1,19	1,18	1,17	1,15	1,14	1,14	1,14	1,13	1,13	1,12	1,12	1,11	1,11
	9	1,43	1,4	1,36	1,34	1,33	1,31	1,3	1,29	1,28	1,27	1,27	1,27	1,26	1,26	1,25	1,25	1,23	1,23
«Прогресс 20»	2	0,88	0,86	0,84	0,83	0,82	0,81	0,81	0,8	0,79	0,79	0,79	0,79	0,78	0,77	0,77	0,77	0,76	0,76
	4	1	1	0,97	0,95	0,94	0,93	0,93	0,92	0,91	0,91	0,9	0,9	0,89	0,89	0,89	0,89	0,88	0,88
	5	0,93	0,91	0,89	0,87	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,83	0,83	0,83	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
	7	1,03	1,01	0,98	0,96	0,95	0,94	0,94	0,93	0,92	0,92	0,91	0,91	0,9	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89
	8	1	0,97	0,95	0,93	0,92	0,92	0,91	0,9	0,89	0,89	0,88	0,88	0,88	0,87	0,87	0,87	0,86	0,86
	9	1,1	1,08	1,06	1,04	1,02	1,02	1	0,99	0,98	0,98	0,97	0,97	0,97	0,96	0,96	0,96	0,95	0,95
«Аккорд»	2	1,18	1,14	1,1	1,09	1,08	1,07	1,06	1,05	1,05	1,05	1,04	1,04	1,03	1,03	1,03	1,03	1,02	1,02
	4	1,35	1,3	1,26	1,24	1,23	1,23	1,22	1,21	1,21	1,21	1,19	1,19	1,18	1,18	1,18	1,18	1,17	1,17
	5	1,24	1,19	1,15	1,14	1,13	1,13	1,12	1,12	1,11	1,11	1,09	1,09	1,08	1,08	1,08	1,08	1,07	1,07
	7	1,37	1,32	1,28	1,27	1,25	1,25	1,24	1,23	1,23	1,23	1,21	1,21	1,2	1,2	1,2	1,2	1,19	1,19
	8	1,33	1,28	1,24	1,23	1,22	1,22	1,2	1,19	1,19	1,19	1,18	1,18	1,16	1,16	1,16	1,16	1,15	1,15
	9	1,47	1,42	1,37	1,36	1,34	1,34	1,33	1,32	1,32	1,32	1,3	1,3	1,29	1,29	1,29	1,29	1,28	1,28

ТАБЛИЦА 12.5

ПРИСОЕДИНЕНИЯ ОТОПИТЕЛЬНОГО ПРИБОРА ИЛИ БЛОКА ПРИБОРОВ

подводке к прибору или к блоку приборов G, кг/ч

200				300			400			500		600		700		800		900		1000	
0	25	50	75	0	35	70	0	35	70	0	50	0	50	0	50	0	50	0	50	0	50
0,98	0,98	0,98	0,98	0,97	0,97	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,95	0,95	0,95	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93
0,96	0,96	0,95	0,94	0,94	0,93	0,93	0,92	0,91	0,9	0,9	0,89	0,88	0,88	0,88	0,87	0,87	0,86	0,86	0,86	0,85	0,85
0,97	0,96	0,96	0,95	0,94	0,94	0,93	0,93	0,92	0,91	0,91	0,91	0,9	0,89	0,88	0,88	0,88	0,88	0,87	0,87	0,87	0,86
единения φ = 1																					
0,86	0,85	0,84	0,84	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
0,98	0,98	0,97	0,96	0,96	0,95	0,95	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94
0,87	0,87	0,86	0,86	0,86	0,86	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,84	0,84	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
0,9	0,9	0,89	0,89	0,89	0,89	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,87	0,87	0,87	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,85	0,85
0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,9	0,9	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,88	0,88
0,95	0,95	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,91	0,91
0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,88	0,88	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,86	0,86
0,93	0,93	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,89	0,89
0,96	0,96	0,95	0,95	0,95	0,95	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,92	0,92
0,68	0,68	0,67	0,67	0,66	0,66	0,65	0,65	0,64	0,64	0,64	0,64	0,63	0,63	0,62	0,62	0,62	0,61	0,61	0,61	0,61	0,6
0,71	0,7	0,69	0,69	0,68	0,68	0,67	0,67	0,67	0,67	0,66	0,66	0,65	0,65	0,64	0,64	0,64	0,63	0,63	0,63	0,63	0,62
0,73	0,72	0,72	0,71	0,7	0,7	0,69	0,69	0,69	0,69	0,68	0,68	0,67	0,67	0,66	0,66	0,66	0,65	0,65	0,65	0,65	0,64
0,75	0,75	0,74	0,74	0,73	0,72	0,72	0,72	0,71	0,71	0,7	0,7	0,7	0,69	0,69	0,69	0,68	0,68	0,68	0,67	0,67	0,67
0,76	0,75	0,74	0,74	0,73	0,73	0,72	0,72	0,71	0,71	0,71	0,71	0,7	0,7	0,69	0,69	0,68	0,68	0,68	0,67	0,67	0,67
0,76	0,75	0,74	0,74	0,73	0,73	0,72	0,72	0,71	0,71	0,71	0,71	0,7	0,7	0,69	0,69	0,68	0,68	0,68	0,67	0,67	0,67
0,96	0,96	0,95	0,95	0,95	0,95	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,92	0,92
0,92	0,92	0,91	0,91	0,9	0,89	0,89	0,89	0,89	0,88	0,88	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,86	0,86	0,86	0,85	0,85
0,94	0,94	0,93	0,93	0,93	0,92	0,92	0,92	0,92	0,91	0,91	0,9	0,9	0,89	0,89	0,89	0,89	0,88	0,88	0,88	0,87	0,87
0,98	0,98	0,97	0,97	0,96	0,95	0,95	0,95	0,95	0,94	0,94	0,93	0,93	0,92	0,92	0,92	0,92	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91
1,01	1	1	0,99	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,97	0,97	0,96	0,96	0,95	0,95	0,95	0,95	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93
0,98	0,98	0,97	0,97	0,96	0,95	0,95	0,95	0,95	0,94	0,94	0,93	0,93	0,92	0,92	0,92	0,92	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91
1	1	0,99	0,99	0,98	0,97	0,97	0,97	0,97	0,96	0,96	0,95	0,95	0,94	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93	0,93	0,92	0,92
1,05	1,05	1,04	1,04	1,03	1,02	1,02	1,02	1,02	1,01	1,01	1	1	0,99	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98	0,98	0,97	0,97
0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,87	0,87	0,87	0,86	0,86	0,85	0,84	0,83	0,83	0,83	0,82	0,82	0,81	0,8
0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,97	0,97	0,96	0,95	0,95	0,94	0,93	0,93	0,92	0,92	0,91	0,91	0,9	0,89
1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,07	1,07	1,06	1,05	1,05	1,04	1,03	1,02	1,01	1,01	1	1	0,99	0,98
0,98	0,98	0,97	0,97	0,96	0,96	0,96	0,95	0,95	0,94	0,93	0,93	0,92	0,92	0,92	0,92	0,91	0,9	0,9	0,9	0,89	0,89
1,13	1,13	1,12	1,12	1,11	1,1	1,1	1,09	1,09	1,09	1,08	1,08	1,07	1,07	1,06	1,06	1,05	1,04	1,04	1,04	1,03	1,03
1,04	1,04	1,04	1,04	1,03	1,01	1,01	1,01	1,01	1	0,99	0,99	0,98	0,98	0,98	0,98	0,97	0,96	0,96	0,96	0,95	0,95
1,03	1,03	1,02	1,02	1,01	1	1	0,99	0,99	0,98	0,97	0,97	0,97	0,97	0,96	0,96	0,95	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93
1,1	1,1	1,09	1,09	1,08	1,07	1,07	1,06	1,06	1,06	1,05	1,05	1,04	1,04	1,03	1,03	1,02	1,01	1,01	1,01	1	1
1,22	1,22	1,21	1,21	1,2	1,19	1,19	1,18	1,18	1,17	1,16	1,16	1,15	1,15	1,14	1,14	1,13	1,12	1,12	1,12	1,11	1,11
0,76	0,75	0,75	0,75	0,73	0,73	0,73	0,72	0,72	0,72	0,72	0,71	0,7	0,7	0,7	0,68	0,68	0,68	0,68	0,67	0,67	0,67
0,87	0,86	0,86	0,86	0,85	0,84	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,8	0,8	0,8	0,79	0,79	0,77	0,77	0,77
0,8	0,79	0,79	0,79	0,78	0,78	0,78	0,75	0,75	0,74	0,74	0,74	0,73	0,73	0,73	0,72	0,72	0,71	0,71	0,71	0,71	0,7
0,88	0,87	0,87	0,86	0,86	0,85	0,84	0,84	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,8	0,8	0,8	0,8	0,79	0,79	0,79
0,85	0,85	0,85	0,84	0,83	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,8	0,79	0,79	0,79	0,78	0,78	0,77	0,77	0,77	0,77	0,75
0,94	0,93	0,93	0,93	0,92	0,91	0,9	0,9	0,9	0,89	0,89	0,88	0,87	0,87	0,87	0,86	0,86	0,85	0,85	0,85	0,85	0,84
1,02	1,02	1,01	1,01	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1,17	1,17	1,16	1,16	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14
1,07	1,07	1,06	1,06	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
1,19	1,19	1,18	1,18	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17
1,15	1,15	1,14	1,14	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13
1,28	1,28	1,26	1,26	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25

Вид и тип отопительного прибора	№ схемы присоединения по табл. 12.4	Значения коэффициента φ при расходе воды																	
		20	30	40	50	60	70	80	90	100									
										0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Конвекторы с кожухом «Комфорт» при шаге пластин: 5 мм	1	1,42	1,34	1,29	1,26	1,24	1,23	1,2	1,17	1,17	1,16	1,15	1,13	1,12	1,11	1,1	1,1	1,09	1,07
	2	1,39	1,32	1,27	1,24	1,22	1,21	1,18	1,15	1,15	1,14	1,13	1,11	1,1	1,09	1,08	1,08	1,06	1,05
	3	1,44	1,37	1,32	1,28	1,27	1,25	1,22	1,2	1,2	1,18	1,17	1,16	1,14	1,13	1,13	1,13	1,11	1,09
	4	1,54	1,46	1,4	1,37	1,35	1,34	1,3	1,27	1,27	1,26	1,25	1,23	1,22	1,21	1,2	1,2	1,18	1,16
7,5 мм	1	1,28	1,23	1,2	1,19	1,16	1,15	1,13	1,12	1,11	1,1	1,09	1,09	1,07	1,07	1,07	1,07	1,06	1,05
	2	1,25	1,21	1,18	1,16	1,14	1,13	1,11	1,1	1,09	1,08	1,07	1,06	1,05	1,05	1,05	1,05	1,04	1,03
	3	1,3	1,25	1,22	1,21	1,18	1,17	1,16	1,13	1,13	1,12	1,11	1,11	1,09	1,09	1,09	1,09	1,08	1,07
	4	1,36	1,3	1,27	1,26	1,23	1,22	1,2	1,19	1,18	1,17	1,15	1,15	1,13	1,13	1,13	1,13	1,12	1,11
10 мм	1	1,2	1,16	1,12	1,11	1,1	1,1	1,09	1,07	1,07	1,07	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,04	1,04
	2	1,18	1,14	1,1	1,09	1,08	1,07	1,06	1,05	1,05	1,05	1,04	1,04	1,03	1,03	1,03	1,03	1,02	1,02
	3	1,22	1,18	1,14	1,13	1,12	1,12	1,11	1,09	1,09	1,09	1,08	1,08	1,07	1,07	1,07	1,07	1,06	1,06
	4	1,25	1,2	1,16	1,15	1,14	1,14	1,13	1,11	1,11	1,11	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,08	1,08
Конвекторы с кожухом «Комфорт-20»	1	2,05	1,78	1,64	1,52	1,41	1,34	1,28	1,22	1,21	1,19	1,17	1,15	1,14	1,13	1,12	1,1	1,1	1,09
	2	2	1,74	1,6	1,48	1,38	1,31	1,25	1,19	1,19	1,16	1,15	1,14	1,12	1,11	1,1	1,09	1,09	1,08
	3	2,1	1,83	1,68	1,56	1,45	1,38	1,31	1,25	1,24	1,21	1,2	1,18	1,17	1,16	1,14	1,13	1,13	1,12
	4	2,28	1,98	1,82	1,69	1,57	1,49	1,42	1,35	1,25	1,22	1,2	1,18	1,17	1,16	1,15	1,13	1,13	1,12
Гладкотрубные приборы		Вне зависимости от расхода воды принимается значение φ: $d_y \leqslant 32$ мм																	
	1																1,06		
	2, 3, 4																1,15		

ТАБЛИЦА 12.4

СХЕМЫ ПРИСОЕДИНЕНИЯ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ К ТРУБАМ СИСТЕМЫ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ

№ схемы	Схема присоединения	№ схемы	Схема присоединения
	Радиатор чугунный или стальной колончатый		Конвекторы типа КП, ЛТ-10, «Прогресс», «Аккорд», ребристые и гладкие трубы
1		1	
2		2	
3		3	
		4	

Продолжение табл. 12.4

№ схемы	Схема присоединения	№ схемы	Схема присоединения
			Конвектор «Комфорт»
5		1	
6		2	
7		3	
8		4	
9			

Продолжение табл. 12.5

в подводке к прибору или блоку приборов G, кг/ч																					
200				300			400			500		600		700		800		900		1000	
0	25	50	75	0	35	70	0	35	70	0	50	0	50	0	50	0	50	0	50	0	50
1,06	1,06	1,05	1,03	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
1,04	1,04	1,03	1,01	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1,08	1,08	1,07	1,05	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04
1,15	1,15	1,14	1,12	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11
1,05	1,05	1,04	1,03	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
1,03	1,03	1,02	1,01	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1,07	1,07	1,06	1,05	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04
1,11	1,11	1,1	1,09	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08
1,04	1,04	1,03	1,03	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
1,02	1,02	1,01	1,01	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1,06	1,06	1,05	1,05	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04
1,08	1,08	1,07	1,07	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06
1,08	1,06	1,05	1,03	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
1,06	1,04	1,03	1,01	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1,11	1,08	1,07	1,05	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04
1,11	1,09	1,08	1,06	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05

$d_у = 40 \ldots 100$ мм

1,2
1,4

ТАБЛИЦА 12.6

ПОНИЖЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ НА 10 м ИЗОЛИРОВАННОЙ ПОДАЮЩЕЙ МАГИСТРАЛИ НАСОСНОЙ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

$d_у$, мм	25—32	40	50	76×3	89×3,5	108×4	133×4	159×5
$\Delta t_м$, град	0,4	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1

ТАБЛИЦА 12.7

КОЭФФИЦИЕНТ ЗАТЕКАНИЯ α И ЗНАЧЕНИЕ $\frac{0,5}{\alpha}$ ДЛЯ УЗЛОВ С РАДИАТОРАМИ СЕКЦИОННЫМИ И ПАНЕЛЬНЫМИ КОЛОНЧАТЫМИ

Узел	Присоединение	Подводка с замыкающим участком	α	$\frac{0,5}{\alpha}$
С трехходовым краном	Одностороннее	—	1	0,5
	Двустороннее	—	0,5	1
С проходным краном	Одностороннее	Смещенным[1]	0,5	1
		Осевым	0,33	1,5
	Двустороннее	Смещенным	0,2	2,5
		Осевым	0,17	3

[1] При подводках с утками для этого узла $\alpha = 0,33$ и $\frac{0,5}{\alpha} = 1,5$; для остальных узлов значения α и $\frac{0,5}{\alpha}$ не изменяются.

ТАБЛИЦА 12.8

РАСЧЕТНЫЕ ФОРМУЛЫ ПЛОТНОСТИ ТЕПЛОВОГО ПОТОКА НА 1 экм НАГРЕВАТЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ВЫПУСКАЕМЫХ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Вид и тип отопительного прибора	№ схемы присоединения по табл. 12.4	Расчетная формула	
		$k_{пр}$, ккал/(ч·экм·°С)	$q_э$, ккал/(ч·экм)
Радиаторы чугунные секционные и стальные штампованные панельные колончатые: при $\frac{G_{отн}}{F_р} \leqslant 7$	1	$1,79\ \Delta t_{ср}^{0,32}\ G_{отн}^{0,03}$	$\frac{1,89}{\varphi} \Delta t_{ср}^{1,32}$
	2	$3,28\ \Delta t_{ср}^{0,15}\ G_{отн}^{0,08}$	$\frac{3,85}{\varphi} \Delta t_{ср}^{1,15}$
	3	$1,98\ \Delta t_{ср}^{0,24}\ G_{отн}^{0,07}$	$\frac{2,27}{\varphi} \Delta t_{ср}^{1,24}$
» $\frac{G_{отн}}{F_р} > 7$	1	$1,89\ \Delta t_{ср}^{0,32}$	$1,89\ \Delta t_{ср}^{1,32}$
	2	$3,85\ \Delta t_{ср}^{0,15}$	$3,85\ \Delta t_{ср}^{1,15}$
	3	$2,27\ \Delta t_{ср}^{0,24}$	$2,27\ \Delta t_{ср}^{1,24}$
Радиаторы стальные штампованные панельные змеевиковые*: при $G \leqslant 300$ кг/ч	—	$2,3\ \Delta t_{ср}^{0,32} \left(\frac{G}{300}\right)^{0,1}$	$\frac{1,9}{\varphi} \Delta t_{ср}^{1,32}$
» » $G > 300$ »		$2,3\ \Delta t_{ср}^{0,32}$	
То же, листотрубные*		$3,04\ \Delta t_{ср}^{0,2} \left(\frac{G}{300}\right)^{0,08}$	$\frac{2,9}{\varphi} \Delta t_{ср}^{1,2}$
Конвекторы плинтусные стальные без кожуха**: 15КП		$m\ \Delta t_{ср}^{0,206} \left(\frac{G}{35}\right)^{0,028}$	$\frac{2,6}{\varphi} \Delta t_{ср}^{1,206}$
20КП		$m\ \Delta t_{ср}^{0,214} \left(\frac{G}{35}\right)^{0,074}$	$\frac{2,11}{\varphi} \Delta t_{ср}^{1,214}$

№ схемы присоединения	1	2	3	4	5	6	7
m для 15КП	2,86	2,78	2,69	2,6	2,74	2,66	2,57
m для 20КП	2,71	2,62	2,54	2,46	2,45	2,45	2,3

Вид и тип отопительного прибора	$k_{пр}$	$q_э$
Конвекторы плинтусные чугунные ЛТ-10 (при многорядной установке расстояние между осями каналов 200 мм)	$m\ \Delta t_{ср}^{0,3} \left(\frac{G}{300}\right)^{0,045}$	$\frac{1,75}{\varphi} \Delta t_{ср}^{1,3}$

№ схемы присоединения	1	2	3	4	5	6	7
m	1,94	1,89	1,82	1,77	1,82	1,78	1,7

Вид и тип отопительного прибора	$k_{пр}$	$q_э$
Ребристые трубы чугунные**	$m\ \Delta t_{ср}^{0,3} \left(\frac{G}{35}\right)^{0,01}$	$\frac{1,75}{\varphi} \Delta t_{ср}^{1,3}$

№ схемы присоединения	1	2	3
m	1,94	1,75	1,58

Продолжение табл. 12.8

Вид и тип отопительного прибора	№ схемы присоединения по табл. 12.4	Расчетная формула: $k_{пр}$, ккал/(ч·экм·°С)	Расчетная формула: $q_э$, ккал/(ч·экм)
Конвекторы низкие стальные двухтрубные «Прогресс»*:			
«Прогресс-15»		$m\,\Delta t_{ср}^{0,32}\left(\frac{G}{35}\right)^{0,061}$	$\frac{1,9}{\varphi}\,\Delta t_{ср}^{1,32}$
«Прогресс-20»		$m\,\Delta t_{ср}^{0,14}\left(\frac{G}{35}\right)^{0,07}$	$\frac{2,96}{\varphi}\,\Delta t_{ср}^{1,14}$

№ схемы присоединения	2	4	5	7	8	9
m для «Прогресс-15»	1,73	1,5	1,63	1,65	1,54	1,39
m для «Прогресс-20»	3,48	3,02	3,3	2,98	3,08	2,78

Вид и тип отопительного прибора	$k_{пр}$, ккал/(ч·экм·°С)	$q_э$, ккал/(ч·экм)
Конвекторы низкие стальные двухтрубные «Аккорд»:		
при $G \leqslant 300$ кг/ч	$m\,\Delta t_{ср}^{0,2}\left(\frac{G}{300}\right)^{0,045}$	$\frac{2,9}{\varphi}\,\Delta t_{ср}^{1,2}$
» $G > 300$ »	$m\,\Delta t_{ср}^{0,2}$	

№ схемы присоединения	2	4	5	7	8	9
m	2,93	2,53	2,76	2,49	2,57	2,32

Вид и тип отопительного прибора	$k_{пр}$, ккал/(ч·экм·°С)	$q_э$, ккал/(ч·экм)
Конвекторы с кожухом типа «Комфорт»: при $G \leqslant 300$ кг/ч и шаге пластин:		
5 мм	$m\,\Delta t_{ср}^{0,35}\left(\frac{G}{300}\right)^{0,12}$	$\frac{1,6}{\varphi}\,\Delta t_{ср}^{1,35}$
7,5 »	$m\,\Delta t_{ср}^{0,35}\left(\frac{G}{300}\right)^{0,08}$	
10 »	$m\,\Delta t_{ср}^{0,35}\left(\frac{G}{300}\right)^{0,045}$	
при $G > 300$ кг/ч	$m\,\Delta t_{ср}^{0,35}$	

№ схемы присоединения	1	2	3	4 при шаге пластин, мм: 5	7,5	10
m	1,57	1,6	1,54	1,44	1,49	1,51

Вид и тип отопительного прибора	$k_{пр}$, ккал/(ч·экм·°С)	$q_э$, ккал/(ч·экм)
Конвекторы с кожухом «Комфорт-20»:		
при $G < 100$ кг/ч	$m\,\Delta t_{ср}^{0,35}\left(\frac{G}{300}\right)^{0,34}$	$\frac{1,6}{\varphi}\,\Delta t_{ср}^{1,35}$
» $G = 100 \ldots 300$ кг/ч	$m\,\Delta t_{ср}^{0,35}\left(\frac{G}{300}\right)^{0,15}$	

№ схемы присоединения	1	2	3	4
m при $G < 100$ кг/ч	1,95	2	1,91	1,85
m при $G = 100 \ldots 300$ кг/ч	1,58	1,6	1,54	1,42

Продолжение табл. 12.8

Вид и тип отопительного прибора	№ схемы присоединения по табл. 12.4	Расчетная формула	
		$k_{пр}$, ккал/(ч·экм·°С)	$q_э$, ккал/(ч·экм) *
Гладкотрубные приборы		$m\,\Delta t_{ср}^{0,32}$	$\frac{1,9}{\varphi}\,\Delta t_{ср}^{1,32}$
№ схемы присоединения		1	2, 3, 4
m при $d_у$=32 мм		1,78	1,65
m при $d_у$=40...100 мм		1,58	1,35

* Формулы предварительные.

** Для конвекторов типа КП и «Прогресс» уравнения коэффициента теплопередачи отнесены к 1 м² физической поверхности приборов, поэтому значения m, помещенные в таблице, определены пересчетом по формуле $m = \frac{m_{м^2}\cdot 35^p}{k_{пер}}$,

где $m_{м^2}$ — численное значение m в уравнении коэффициента теплопередачи, отнесенное к 1 м²;

35 — расход воды в приборе при испытании (17,4·2≈35 кг/ч);

$k_{пер}$ — коэффициент пересчета нагревательной поверхности прибора с 1 м² на 1 экм по данным завода-изготовителя.

Средняя температура воды в отопительном приборе, присоединенном к стояку:

двухтрубному

$$t_{ср} = 0,5\,(t_г - \Sigma\Delta t_м + t_о); \quad (12.6)$$

однотрубному

$$t_{ср} = t_г - \Sigma\Delta t_м - \frac{\Sigma Q_л + \Sigma Q_{тр} + \frac{0,5}{\alpha}Q_п}{G_{ст}}, \quad (12.7)$$

где $t_г$ — расчетная температура горячей воды, °С;

$t_о$ — расчетная температура обратной воды в системе, °С;

$\Sigma\Delta t_м$ — суммарное понижение температуры воды в участках подающей магистрали, °С; определяется по формуле (13.56) или ориентировочно по табл. 12.6.

$\Sigma Q_п$ — сумма расчетных тепловых нагрузок приборов, расположенных по направлению движения воды в стояке до рассматриваемого отопительного прибора, ккал/ч;

$\Sigma Q_{тр}$ — сумма дополнительных потерь тепла трубами и приборами через ограждающие конструкции до рассматриваемого помещения (для одного этажестояка: открыто проложенного $Q_{тр}$=100 ккал/ч; скрытого в борозде наружной стены $Q_{тр}$=200 ккал/ч; изолированного в борозде $Q_{тр}$=150 ккал/ч);

$Q_п$ — расчетное количество тепла, приходящееся на нагревательную поверхность в рассматриваемом помещении, ккал/ч;

α — коэффициент затекания воды в данный прибор, равный отношению расхода воды в приборе к расходу воды в стояке; для любых приборов при узле с трехходовым краном, а также для радиаторов секционных и панельных колончатых с унифицированными приборными узлами ($d_{з.у}=d_{ст}$=15 или 20 мм) значения коэффициента затекания представлены в табл. 12.7, для других отопительных приборов при узле с замыкающим участком их можно определить по рис. 13.22;

$G_{ст}$ — расчетный расход воды в стояке, кг/ч.

Формулы для определения плотности теплового потока на 1 экм площади нагревательной поверхности открыто установленных у наружного ограждения неокрашенных отопительных приборов приведены в табл. 12.8. По этим формулам находится полезная теплопередача, равная 95% полной (дополнительные теплопотери, связанные с установкой прибора у наружного ограждения, приняты равными 5% полной теплопередачи прибора).

ТАБЛИЦА 12.9

ВЛИЯНИЕ ОКРАСКИ ПОВЕРХНОСТИ НА ТЕПЛОПЕРЕДАЧУ ОТОПИТЕЛЬНОГО ПРИБОРА

Радиатор	Состав и цвет красителя	Изменение теплопередачи прибора, %
Чугунный секционный	Цинковые белила	+2,2
	Терракотовая краска, растворенная в бензине (матовая поверхность)	+0,9
	То же, на натуральной олифе (блестящая поверхность)	—1,7
	Алюминиевая краска, растворенная в нитролаке	—8,5
Стальной панельный	То же	—13

На теплопередачу отопительного прибора оказывают действие также место установки в помещении, конструкция декоративного ограждения, состав и цвет окраски, а при теплоносителе воде еще и схема присоединения к трубам и движения воды в приборе (последний фактор отражен в формулах табл. 12.8). Окраска

[illegible] влияет на теплопередачу отопительных приборов с гладкой поверхностью (табл. 12.9) и практически не влияет на теплопередачу приборов с ребристой поверхностью.

12.3. Выбор и размещение отопительных приборов

При выборе вида и типа отопительного прибора принимаются во внимание назначение и архитектурно-технологическое решение помещения, место и длительность пребывания в нем людей, вид системы отопления, технико-экономические и санитарно-гигиенические показатели прибора.

Основные положения по выбору вида прибора:

при повышенных санитарно-гигиенических требованиях выбираются приборы с гладкой поверхностью, лучше всего отопительные панели, совмещенные со строительными конструкциями; применение гладкотрубных приборов должно быть обосновано;

при нормальных санитарно-гигиенических требованиях используются приборы и с гладкой, и с ребристой поверхностью, причем рекомендуется выбирать не более одного-двух видов приборов для всего сооружения и размещать их под световыми проемами возможно ближе к полу помещения;

при пониженных санитарно-гигиенических требованиях в помещениях, предназначенных для кратковременного пребывания людей, могут использоваться приборы любого вида; предпочтение отдается приборам с высокими технико-экономическими показателями.

Область применения отдельных видов отопительных приборов приведена в табл. 9 главы СНиП II-Г.7-62.

Отопительные приборы размещаются так, чтобы были обеспечены их осмотр, ремонт и очистка.

Для отопления лестничных клеток зданий до четырех этажей применяются радиаторы и конвекторы, зданий в четыре этажа и более — высокие конвекторы, помещаемые при входе (без переноса на лестничные площадки). Установка прибора во входном тамбуре с наружной дверью не разрешается.

Отопительные приборы располагаются преимущественно под световыми проемами (под витринами — по всей их длине). При размещении приборов под окнами вертикальные оси прибора и оконного проема должны совпадать (в жилых зданиях, общежитиях, в бытовых помещениях промышленных предприятий допускается смещение приборов от оси проемов).

Ограждать отопительные приборы необходимо в помещениях для хранения взрыво- и пожароопасных газов, жидкостей и материалов. Ограждение декоративными решетками допускается при специальном обосновании. Ограждение или укрытие не должно уменьшать более чем на 15% теплопередачу открыто установленного прибора. Укрытие приборов в жилых зданиях не рекомендуется.

Присоединение труб к отопительному прибору выполняется одно- и двусторонним. Теплотехнически целесообразнее двустороннее присоединение, но в вертикальных системах конструктивно более рационально выполнять одностороннее присоединение.

В вертикальном отопительном приборе теплопередача зависит от схемы движения воды. Теплотехнически целесообразны схемы: сверху вниз в радиаторах двухтрубных систем и однотрубных при $G_{отн}/F_р<5$; снизу вниз в радиаторах однотрубных систем при $G_{отн}/F_р>5$. Схема движения воды в приборе снизу вверх характеризуется наименьшей теплопередачей. Рекомендуется обеспечивать последовательное движение теплоносителя в гладких и ребристых трубах и в плинтусных конвекторах, устанавливаемых в несколько рядов (из верхнего ряда в нижние).

12.4. Расчет площади нагревательной поверхности отопительного прибора

Общая площадь нагревательной поверхности (отопительных приборов и труб) $F_э$, экм, для отопления помещения находится по формуле

$$F_э=\frac{Q_п}{q_э}\beta_1, \qquad (12.8)$$

где β_1 — поправочный коэффициент, учитывающий охлаждение воды в двухтрубном стояке; определяется по табл. 12.10 (при паровом или однотрубном водяном стояке $\beta_1=1$).

Тепловая нагрузка $Q_п$ в формуле (12.8) уменьшается при наличии в помещении кроме стояка транзитного теплопровода, полезная теплопередача которого составляет $0{,}95\ q_{тр}l$ (где l — длина трубы, м). Теплопередача 1 м неизолированной вертикальной трубы $q_{тр}$ определяется по рис. 12.2. Полезную теплоотдачу замоноличенного участка стояка в пределах помещения следует определять по данным главы 16.

ТАБЛИЦА 12.10

КОЭФФИЦИЕНТ β_1, УЧИТЫВАЮЩИЙ ОХЛАЖДЕНИЕ ВОДЫ В ДВУХТРУБНЫХ СТОЯКАХ НАСОСНЫХ СИСТЕМ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ

Число этажей в здании	Значения коэффициента β_1 для рассчитываемого отопительного прибора на этаже					
	1-м	2-м	3-м	4-м	5-м	6-м
Скрытая прокладка труб без изоляции						
Системы с верхней разводкой						
2	1,05	1				
3	1,05	1,04	1			
Системы с нижней разводкой						
2	1	1,03				
3	1	1	1,03			
4	1	1	1,03	1,05		
5	1	1	1,03	1,03	1,05	
6	1	1	1	1,03	1,03	1,05
Открытая прокладка труб						
Системы с верхней разводкой						
2	1,05	1				
3	1,05	1,03	1			
Системы с нижней разводкой						
2	1	1,05				
3	1	1	1,05			
4	1	1	1,05	1,1		
5	1	1	1,05	1,05	1,1	
6	1	1	1	1,05	1,05	1,1

Примечания: 1. При тепловой изоляции труб $\beta_1=1$.

2. При естественной циркуляции воды определяется действительное охлаждение воды в трубах.

Расчетная площадь нагревательной поверхности отопительного прибора $F_р$, экм, определяется по формулам:

для радиаторов секционных и панельных колончатых при $G_{отн}/F_р \leq 7$

$$F_р = F_э^{1+p} - F_{тр}; \quad (12.9)$$

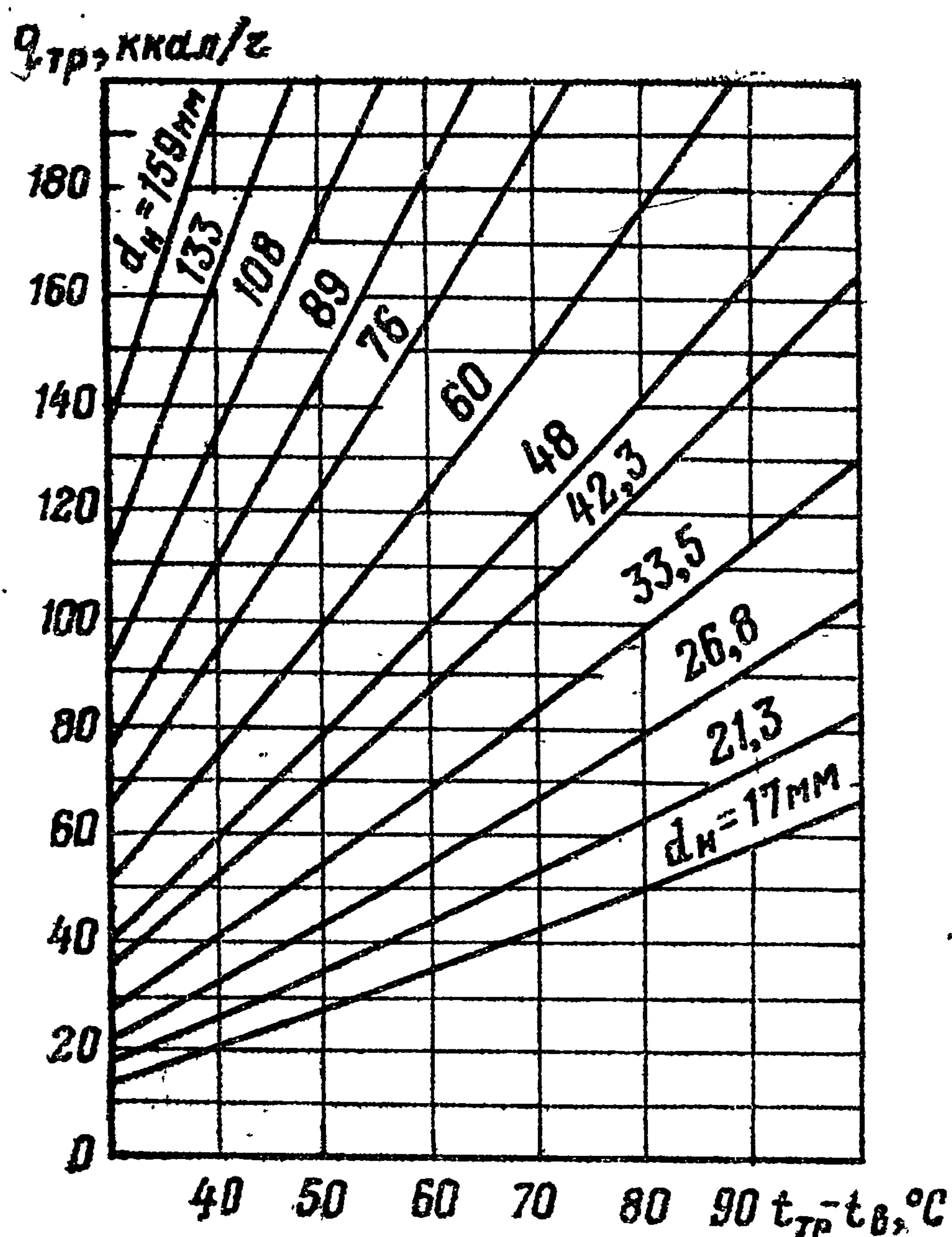


Рис. 12.2. Кривые для определения теплопередачи 1 м вертикальных гладких труб различных диаметров

для радиаторов при $\frac{G_{отн}}{F_р} > 7$ и для остальных отопительных приборов

$$F_р = F_э - F_{тр}, \quad (12.10)$$

где $F_{тр}$ — площадь нагревательной поверхности вертикальных и горизонтальных участков стояка, открыто проложенного в помещении:

$$F_{тр} = f_в l_в + f_г l_г; \quad (12.11)$$

здесь $l_в$ и $l_г$ — длина вертикальных и горизонтальных труб;

$f_в$ и $f_г$ — площадь нагревательной поверхности, выражающая среднюю величину полезной теплопередачи в помещение 1 м вертикальных и горизонтальных труб (табл. 12.11).

ТАБЛИЦА 12.11

ПЛОЩАДЬ НАГРЕВАТЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ И ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ТРУБ СТОЯКОВ

$d_у$, мм	15	20	25
$f_в$, экм/м	0,1	0,125	0,155
$f_г$ »	0,13	0,16	0,195

12.5. Определение площади нагревательной поверхности отопительного прибора по номограмме

Общая площадь нагревательной поверхности определяется по номограммам (рис. 12.3—12.11).

Номограммы составлены для теплоносителя, имеющего температуру $t_г = 150$° С. Поэтому при $t_г < 150$° С при пользовании номограммами следует учитывать понижение температуры от 150° С до расчетной $t_г$ по предшествовавшей фиктивной тепловой нагрузке $Q_ф$, определяемой по формуле

$$Q_ф = G_{ст}\, c\,(150 - t_г) \text{ ккал/ч}. \quad (12.12)$$

Для однотрубной системы вычисляется

$$\Sigma Q_р = 10^{-2}\left(Q_ф + G_{ст}\, c\Sigma\Delta t_м + \Sigma Q_п + \Sigma Q_{тр} + \frac{0,5}{\alpha} Q_п\right). \quad (12.13)$$

Площадь $F_э$ определяется по номограмме, соответствующей принятому типу и виду отопительного прибора, с учетом $G_{ст}$, $\Sigma Q_р$, вычисленной по формуле (12.13), и произведения $Q_п\varphi\beta_2$, где β_2 — поправочный коэффициент, учитывающий способ установки прибора (табл. 12.12). Для радиаторов секционных и панельных колончатых площадь $F_э$ находится при $\varphi = 1$ и только в случае, когда получается $F_э > F_7$ (по шкале F_7 при $G_{отн}/F_р = 7$), вводится поправочный коэффициент φ.

Для двухтрубной системы вычисляется

$$\Sigma Q_р = c\,(150 - t_{ср}) \quad (12.14)$$

при условной величине расхода воды $G_{ст} = 100$ кг/ч; $t_{ср}$ определяется по формуле (12.6). Площадь $F_э$ в этом случае находится по номограмме с учетом $\Sigma Q_р$, вычисленной по формуле (12.14), и произведения $Q_п\beta_1\beta_2\varphi$, где β_1 принимается по табл. 12.10.

Пример 12.1. Найти величину $\Sigma Q_р$ для каждого отопительного прибора — секционного радиатора в стояке (рис. 12.12) системы отопления с верхней разводкой при $t_г = 95$°, $t_о = 70$° С, $G_{ст} = 300$ кг/ч. Стояк прокладывается открыто.

Суммарная величина понижения температуры воды в подающей магистрали $\Sigma\,\Delta\,t_м = 2$°.

По табл. 12.7 находим для одностороннего узла с трехходовым краном $\frac{0,5}{\alpha} = 0,5$.

Определяем по формуле (12.12) $Q_ф = 300 \cdot 1\ (150-95) = 16\,500$ и второе постоянное слагаемое в формуле (12.13)

$$G_{ст}\, c\,\Sigma\Delta t_м = 300 \cdot 1 \cdot 2 = 600,$$

где c — теплоемкость воды, принимаемая равной 1 ккал/(кг·°С); $Q_ф + G_{ст} c\Sigma\Delta t_м = 16\,500 + 600 = 17\,100$ ккал/ч.

По формуле (12.13) находим $\Sigma Q_р$ для отопительных приборов:

первого по направлению движения воды

$$\Sigma Q_р^{I} = 10^{-2}\,(16\,500 + 600 + 0 + 100 + 0,5 \cdot 1150) = 178;$$

второго

$$\Sigma Q_р^{II} = 10^{-2}\,(16\,500 + 600 + 1150 + 200 + 0,5 \cdot 700) = 188;$$

третьего

$$\Sigma Q_р^{III} = 10^{-2}\,(16\,500 + 600 + 1850 + 300 + 0,5 \cdot 800) = 196 \text{ и т. д.}$$

Расчеты ведутся непосредственно на схеме стояка и полученные значения $\Sigma Q_р$ записываются в кружках около отопительных приборов (см. рис. 12.12).

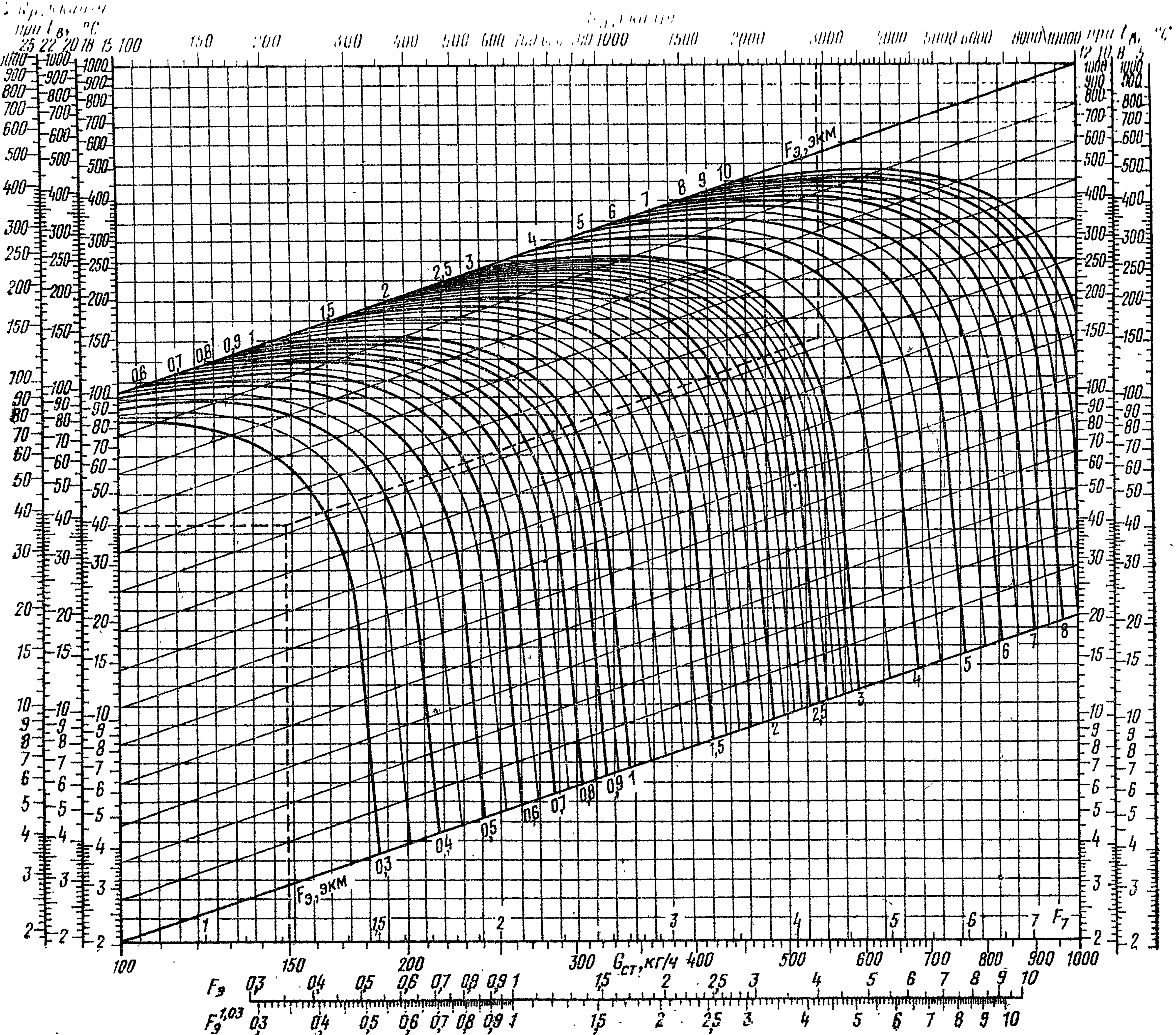
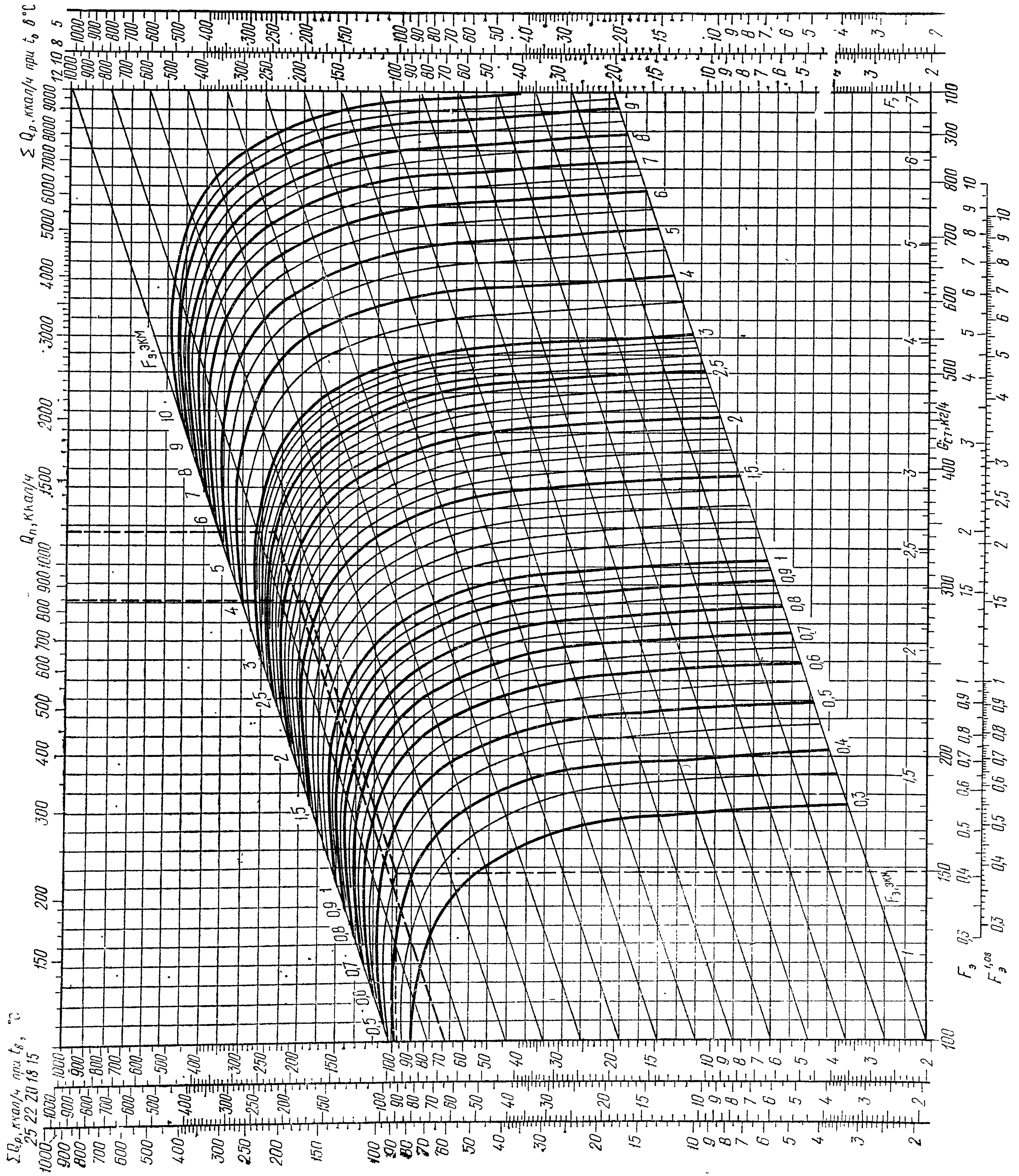


Рис. 12.3. Номограмма определения площади нагревательной поверхности $F_э$ в зависимости от $\Delta t_{ср}^{1,32}$ для отопительных приборов — радиаторов секционных и панельных колончатых при схеме присоединения № 1 (сверху вниз); радиаторов панельных змеевиковых (тип 3С); конвекторов «Прогресс-15» и гладкотрубных приборов


ΣQp, ккал/ч при tв, °C
Qп, ккал/ч
Fэ, экм
Gст, кг/ч
Fэ
ΣQp, ккал/ч при tв, °C

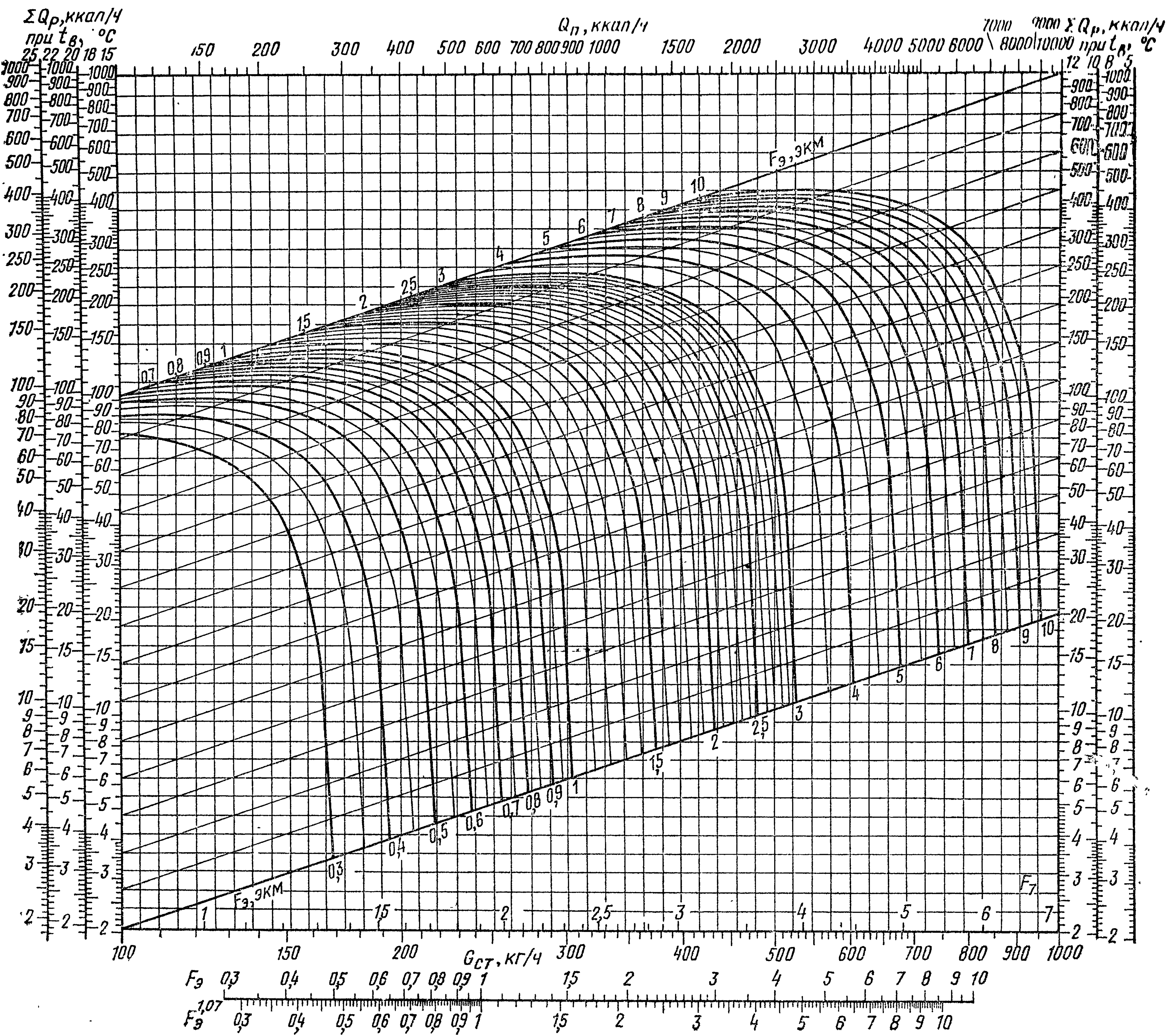


Рис. 12.5. Номограмма определения площади нагревательной поверхности $F_э$ в зависимости от $\Delta t_{ср}^{1,24}$ для отопительных приборов — радиаторов секционных и панельных колончатых при схеме присоединения № 3 (снизу вверх)

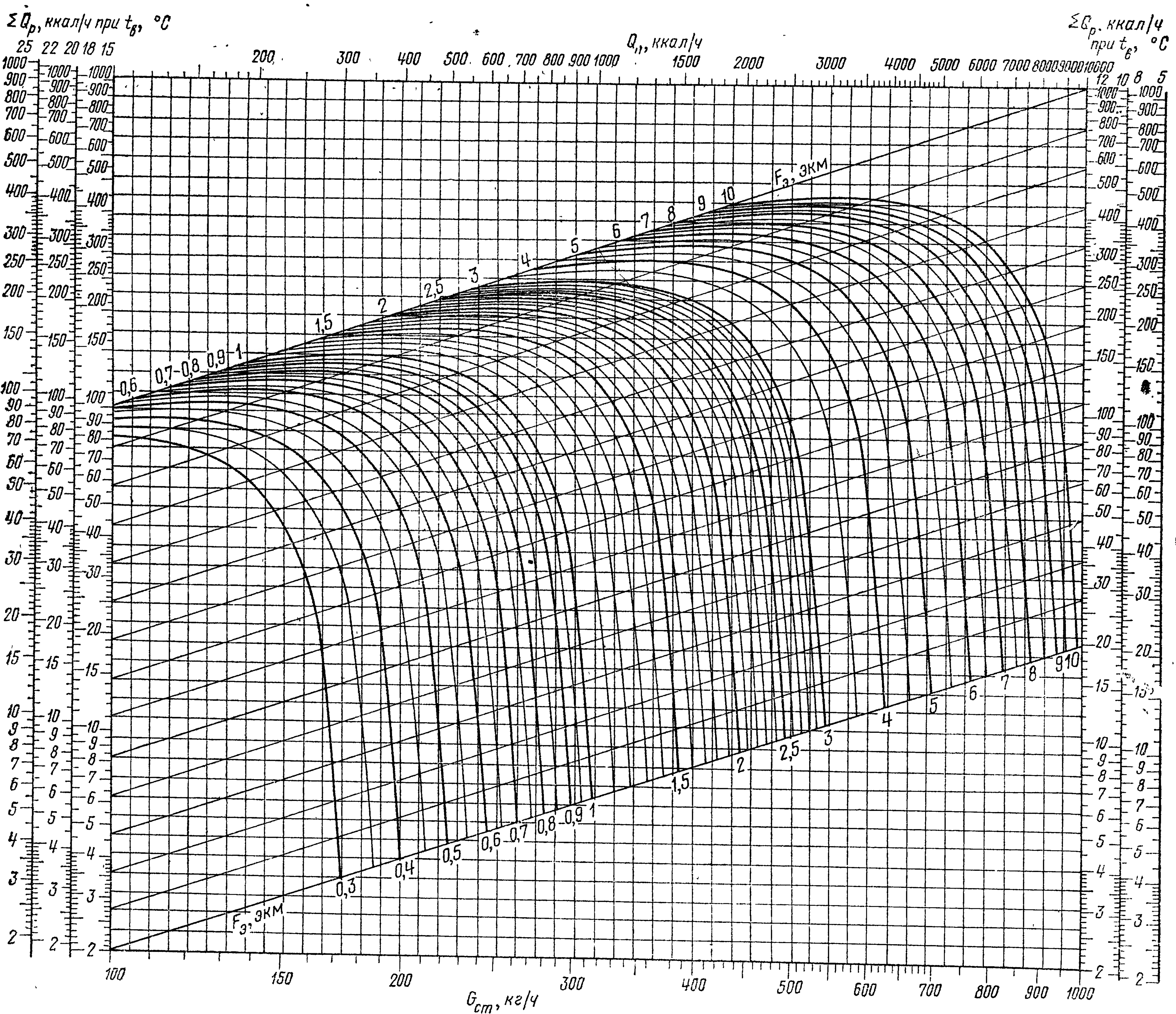


Рис. 12.6. Номограмма определения площади нагревательной поверхности $F_э$ в зависимости от $\Delta t_{ср}^{1,2}$ для отопительных приборов — радиаторов панельных листотрубных (тип КЛТ) и конвекторов «Аккорд»

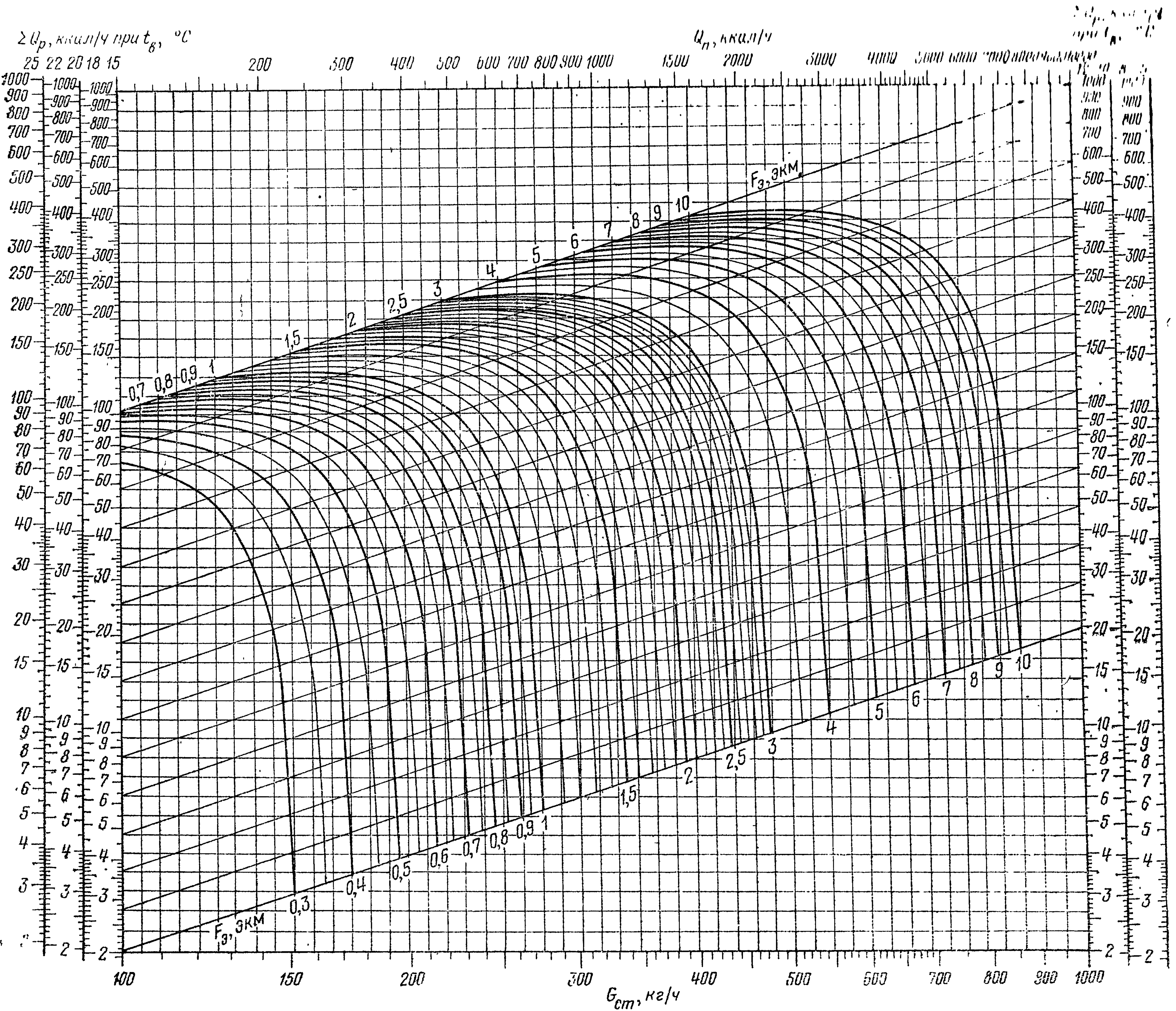


Рис. 12.7. Номограмма определения площади нагревательной поверхности $F_э$ в зависимости от $\Delta t_{ср}^{1,14}$ для отопительных приборов — конвекторов «Прогресс-20»

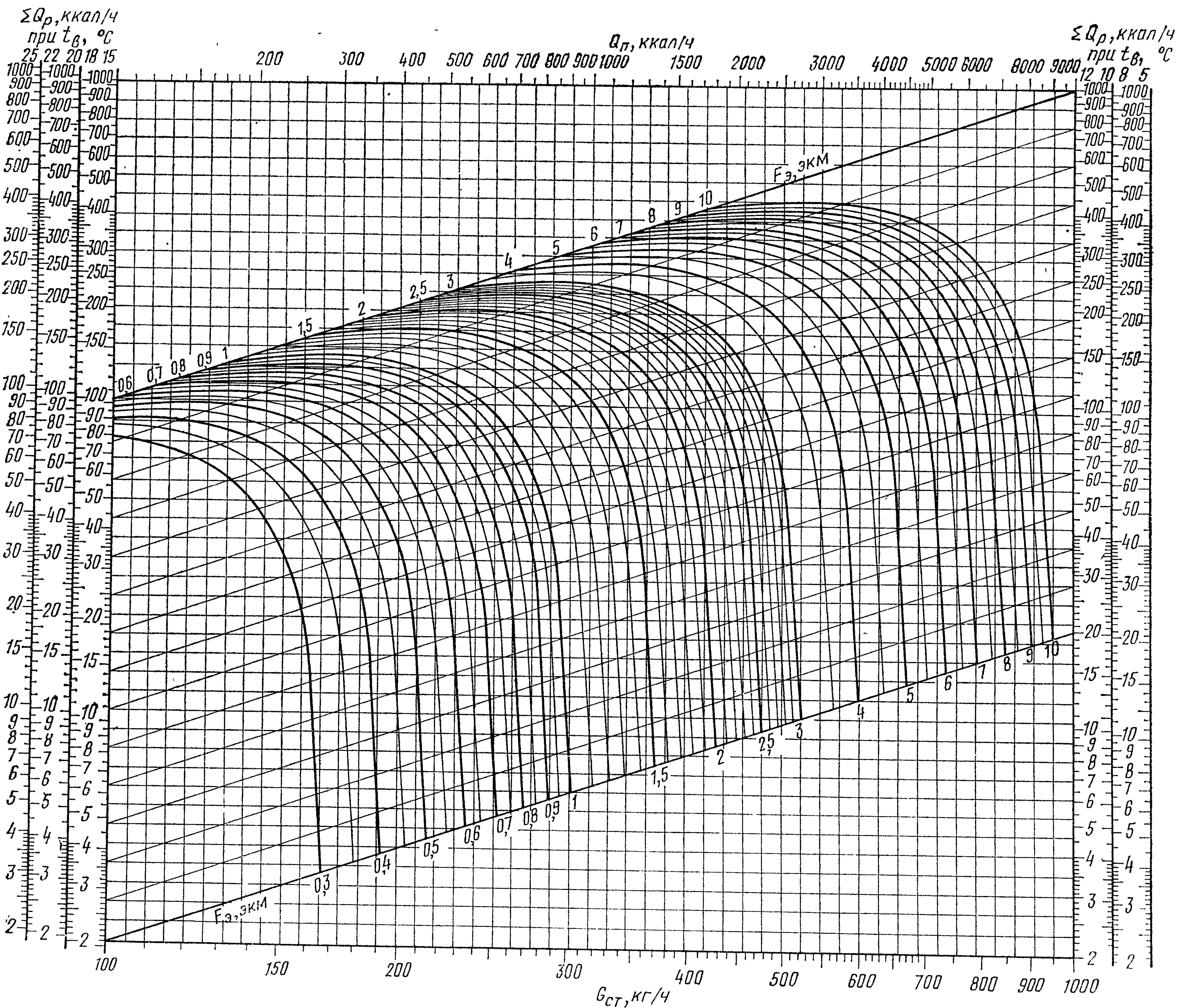


Рис. 12.8. Номограмма определения площади нагревательной поверхности $F_э$ в зависимости от $\Delta t_{ср}^{1,206}$ для отопительных приборов — конвекторов 15КП

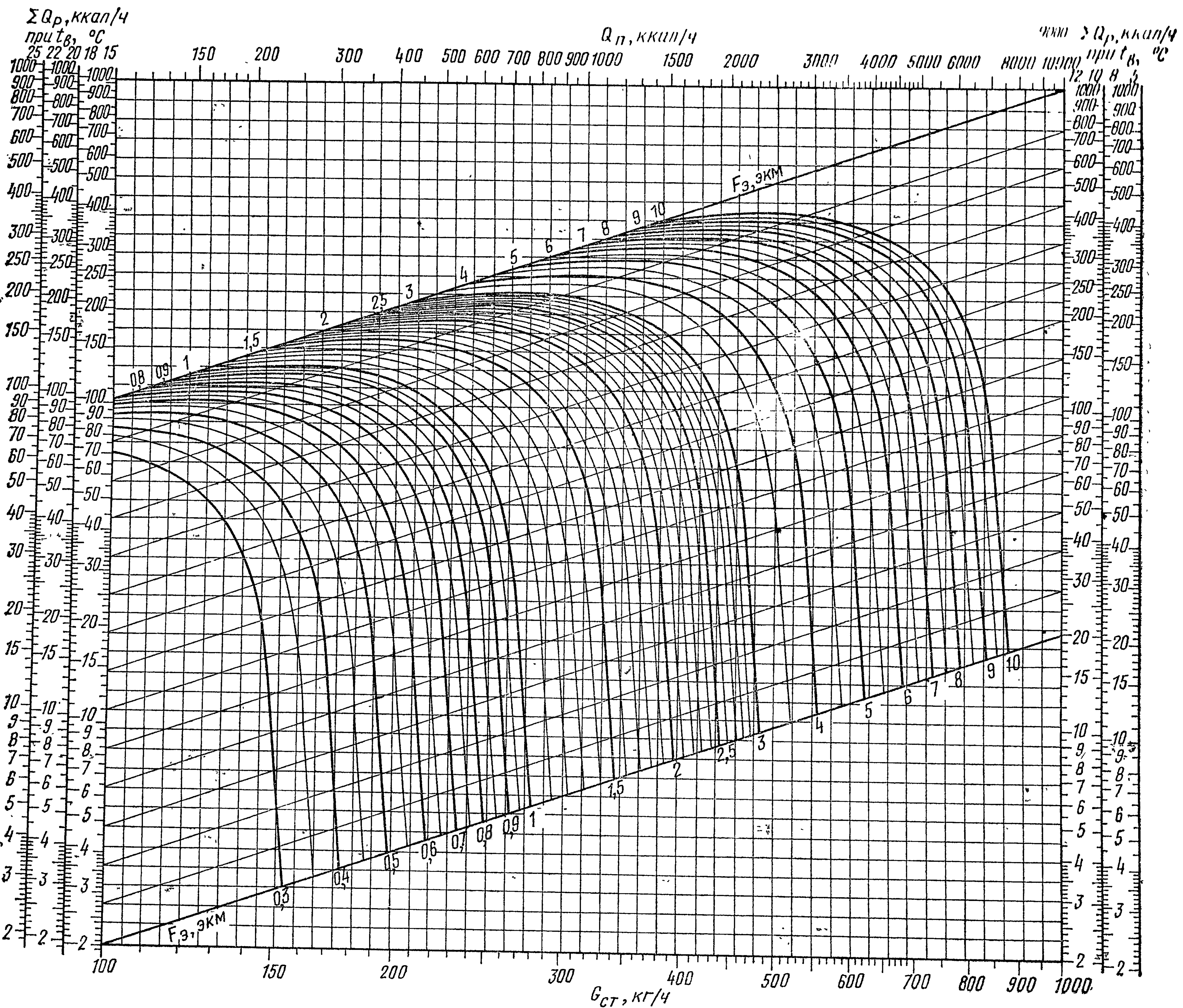


Рис. 12.9. Номограмма определения площади нагревательной поверхности $F_э$ в зависимости от $\Delta t_{ср}^{1,214}$ для отопительных приборов — конвекторов 20КП

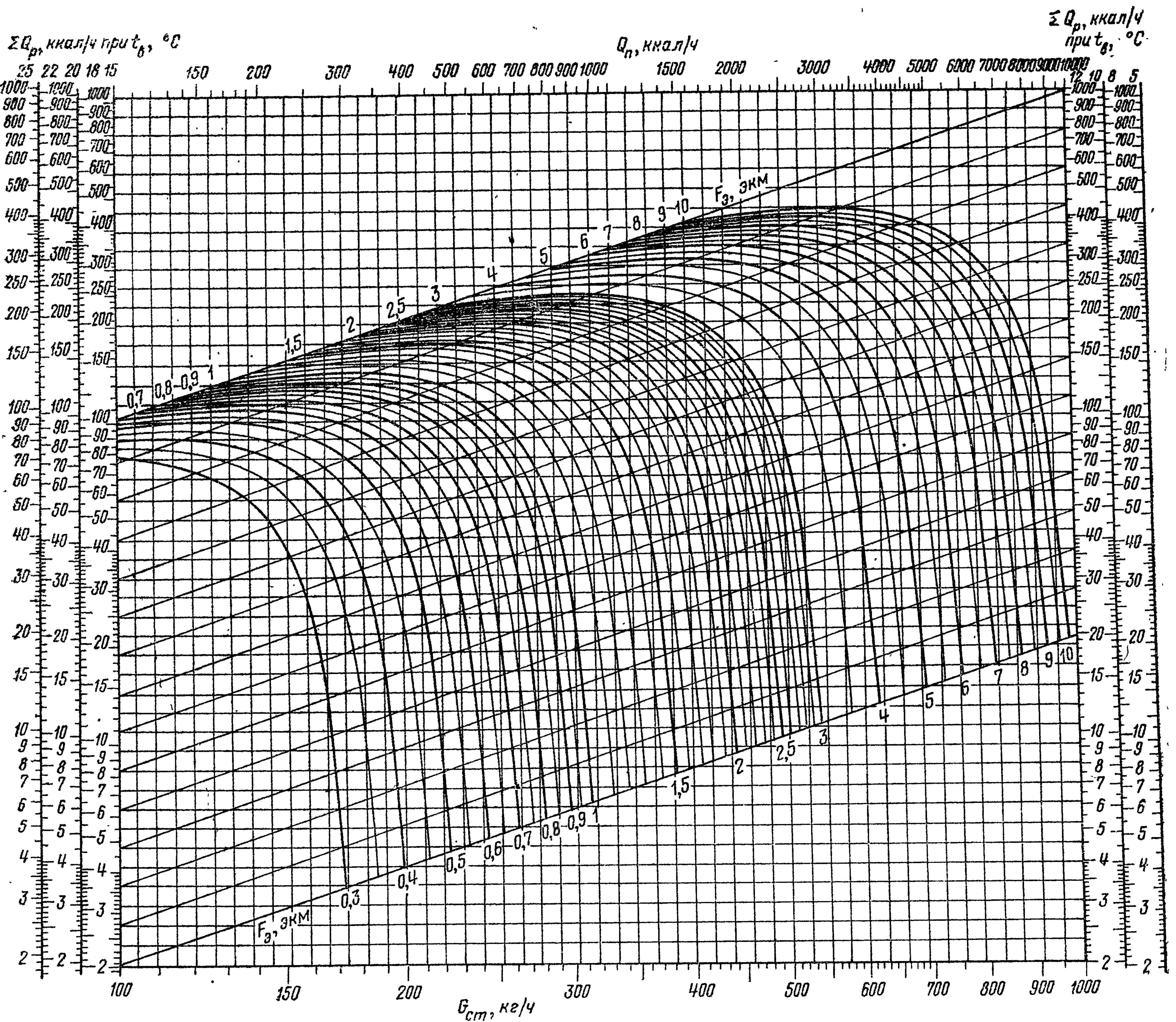


Рис. 12.10. Номограмма определения площади нагревательной поверхности $F_э$ в зависимости от $\Delta t_{ср}^{1,3}$ для отопительных приборов — конвекторов чугунных ЛТ-10 и ребристых труб

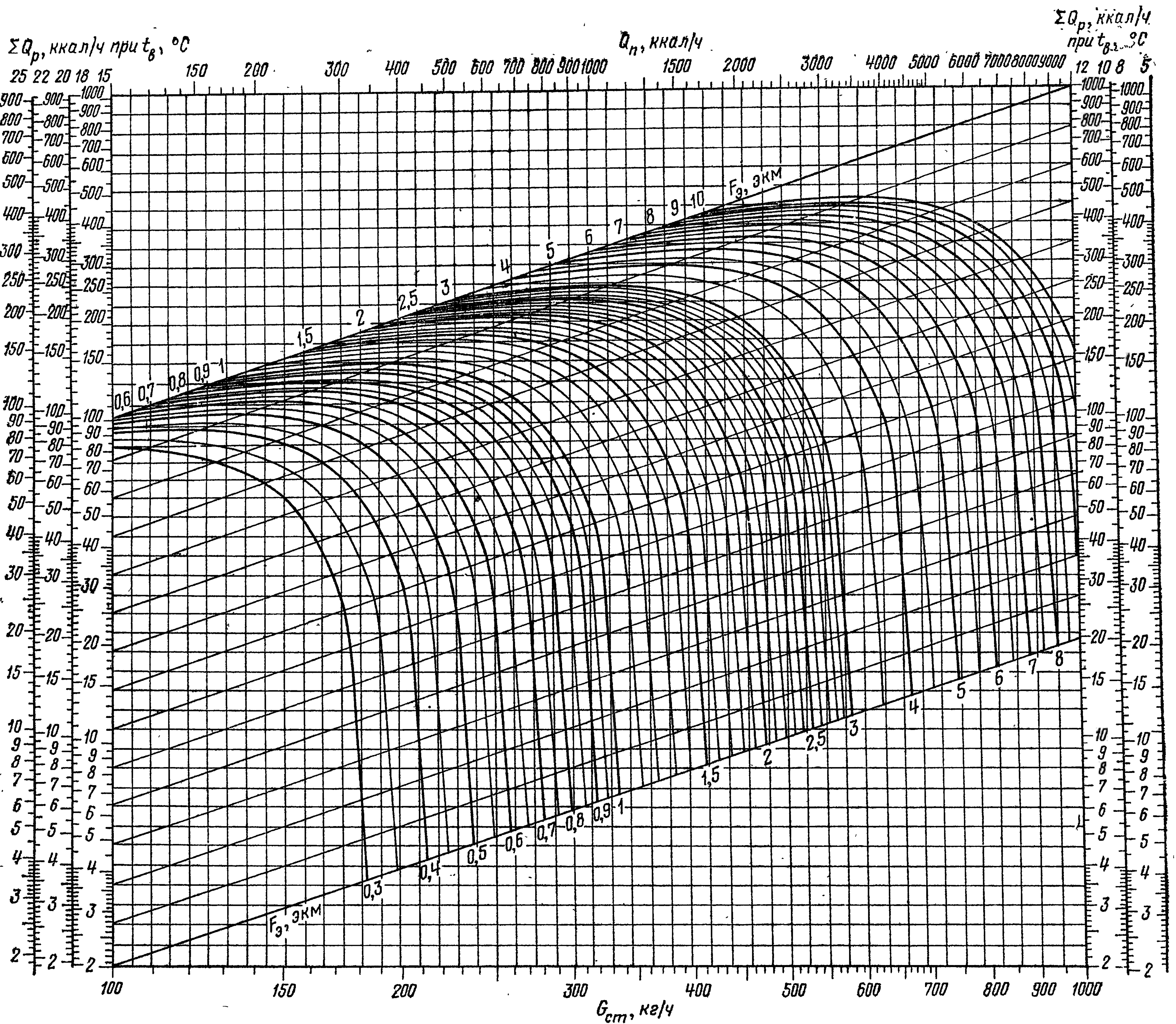


Рис. 12.11. Номограмма определения площади нагревательной поверхности $F_э$ в зависимости от $\Delta t_{ср}^{1,35}$ для отопительных приборов — конвекторов «Комфорт»

ТАБЛИЦА 12.12

КОЭФФИЦИЕНТ β_2, УЧИТЫВАЮЩИЙ СПОСОБ УСТАНОВКИ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Эскиз установки	Способ установки	β_2
A	Прибор установлен у стены без ниши и перекрыт доской в виде полки	При A=40, 80 и 100 мм β_2=1,05; 1,03 и 1,02
A	Прибор установлен в стенной нише	При A=40, 80 и 100 мм β_2=1,11; 1,07 и 1,06
A	Прибор установлен у стены без ниши и закрыт деревянным шкафом со щелями в его переднем стене у пола и в верхней доске	При A=260, 220, 180 и 150 мм β_2=1,12; 1,13; 1,19; 1,25
A	Прибор установлен, как и в предыдущем случае, но щель вырезана не в верхней части шкафа, а в верхней части передней доски	При A=130 мм β_2=1,2 при открытых щелях и β_2=1,4 при щелях, закрытых сетками
Б, A	Прибор установлен у стены без ниши и закрыт шкафом; в верхней доске шкафа прорезана щель $Б$, ширина которой не менее глубины прибора. Спереди шкаф закрыт деревянной решеткой, не доходящей до пола на расстояние A (не менее 100 мм)	При A=100 мм β_2=1,15

Продолжение табл. 12.12

Эскиз установки	Способ установки	β_2
A, 0,8A	Прибор установлен у стены без ниши и закрыт экраном, не доходящим до пола на расстояние 0,8 A	β_2=0,9

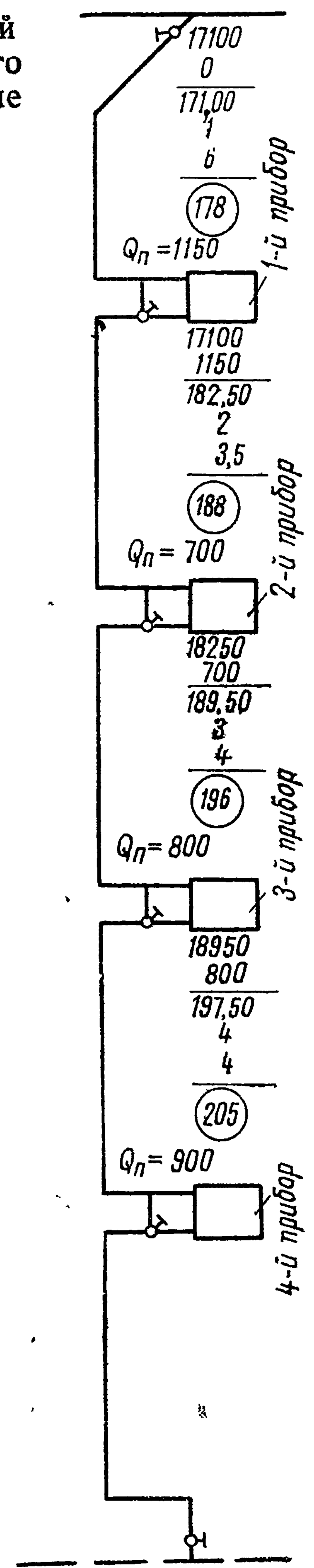


Рис. 12.12. К расчету суммарной тепловой нагрузки ΣQ_p для каждого отопительного прибора на схеме однотрубного стояка

12.6. Определение размера и числа приборов

Размер каждого прибора и число отопительных приборов, подлежащих установке в помещении, определяют по следующим формулам.

1. Для *радиаторов чугунных секционных* находится минимальное число секций при допустимом уменьшении площади нагревательной поверхности в размере 5% (но не более 0,1 экм)

$$N_{\text{мин}} = \frac{F_{\text{р}} \beta_2 - z}{f_{\text{э}} \beta_3}, \qquad (12.15)$$

где $f_{\text{э}}$ — площадь нагревательной поверхности одной секции, экм (см. табл. 12.1);

β_2 — поправочный коэффициент, учитывающий способ установки радиатора (см. табл. 12.12): при открытой установке $\beta_2 = 1$;

β_3 — поправочный коэффициент, учитывающий число секций в радиаторе;

$$\beta_3 = 0,92 + \frac{0,16}{F_{\text{р}}}; \qquad (12.16)$$

z — допустимое уменьшение устанавливаемой площади нагревательной поверхности против расчетной:

$$z = 0,05 F_{\text{р}} \beta_3. \qquad (12.17)$$

Для определения числа секций можно использовать формулу (12.15) в преобразованном виде

ТАБЛИЦА 12.13

РАСЧЕТНАЯ ПЛОЩАДЬ НАГРЕВАТЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ СЕКЦИОННЫХ РАДИАТОРОВ $F_р$ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЧИСЛА СЕКЦИЙ В РАДИАТОРЕ

Число секций, №	Радиатор				
	М-140-АО	М-140(М-140-А)	М-140-АО-300	М-90	РД-90с
	Площадь нагревательной поверхности одной секции, экм				
	0,35	0,31	0,217	0,26	0,275
2	0,84	0,76	0,59	0,67	0,7
3	1,18	1,07	0,8	0,93	0,97
4	1,52	1,37	1,01	1,18	1,25
5	1,84	1,67	1,22	1,43	1,5
6	2,16	1,98	1,43	1,68	1,73
7	2,54	2,26	1,64	1,93	2,01
8	2,82	2,52	1,85	2,19	2,28
9	3,15	2,83	2,06	2,44	2,56
10	3,49	3,1	2,27	2,69	2,8
11	3,82	3,39	2,47	2,94	3,06
12	4,12	3,68	2,68	3,19	3,3
13	4,45	3,96	2,89	3,45	3,57
14	4,77	4,26	3,1	3,7	3,86
15	5,08	4,58	3,31	3,95	4,06
16	5,42	4,82	3,52	4,2	4,32
17	5,73	5,09	3,73	4,45	4,54
18	6,05	5,39	3,94	4,71	4,8
19	6,37	5,67	4,15	4,96	5,07
20	6,7	5,96	4,36	5,21	5,33
21	7,01	6,24	4,57	5,46	5,59
22	7,34	6,58	4,78	5,71	5,85
23	7,65	6,81	4,99	5,97	6,11
24	7,99	7,1	5,2	6,22	6,37
25	8,31	7,38	5,41	6,47	6,57

$$N_{мин} = \frac{F_р \beta_2 - 0,168}{0,966 f_э} \qquad (12.18)$$

или пользоваться табл. 12.13 при $\beta_2 = 1$.

При вычислении по формуле (12.18) к установке принимается ближайшее большее число секций.

2. Для *радиаторов стальных панельных* колончатых и змеевиковых, а также *конвекторов с кожухом*

$$N = \frac{F_р}{f_э}, \qquad (12.19)$$

где $f_э$ — площадь нагревательной поверхности одной панели (см. табл. 12.1) или конвектора (см. табл. 12.2), экм.

3. Для *конвекторов без кожуха* плинтусных, конвекторов «Прогресс» и «Аккорд», для *ребристых труб* в одном ряду

$$N = \frac{F_р}{n f_э}, \qquad (12.20)$$

где $f_э$ — площадь нагревательной поверхности конвекторов или ребристых труб принятой длины (см. табл. 12.1), экм.

n — число рядов в приборе по вертикали.

4. Для *гладкотрубных приборов* длина греющих труб

$$l = \frac{F_р}{f_э} \beta_2, \qquad (12.21)$$

где $f_э$ — площадь нагревательной поверхности 1 м открытой горизонтальной трубы (табл. 12.14);

ТАБЛИЦА 12.14

ПЛОЩАДЬ НАГРЕВАТЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ОТКРЫТОЙ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ГЛАДКОЙ ТРУБЫ

$d_у$, мм	40	50	76×3	89×3,5	108×4
$f_э$, экм/м	0,27	0,334	0,405	0,465	0,55

β_2 — поправочный коэффициент, учитывающий способ установки труб (см. табл. 12.12); при открытой установке $\beta_2 = 1$.

При округлении дробного расчетного числа отопительных приборов до целого допускается уменьшать расчетную площадь нагревательной поверхности $F_р$ не более чем на 5% (но не более 0,1 экм).

12.7. Регулирование теплопередачи отопительного прибора

В системах водяного отопления применяется качественное и количественное регулирование: качественное — центральное (на тепловой станции), групповое (в центральном тепловом пункте) и местное (в тепловом пункте здания); количественное — кроме указанных мест, индивидуальное у каждого отопительного прибора. В системах парового отопления применяется количественное регулирование.

Индивидуальное количественное регулирование может быть ручным и автоматическим. Для ручного регулирования при использовании высокотемпературной воды и при паровом отоплении применяются вентили с золотником без прокладки; при использовании низкотемпературной воды — регулирующие краны. Вентили и краны с пониженным гидравлическим сопротивлением (шиберные, трехходовые и пр.) применяют в однотрубных системах, с повышенным гидравлическим сопротивлением (двойной регулировки, «Термис», дроссельные и пр.) — в двухтрубных. Конвекторы «Комфорт» имеют регулирующие воздушные клапаны.

Для автоматического регулирования служат регуляторы прямого и косвенного действия, их гидравлическое сопротивление должно быть пониженным в однотрубных и повышенным в двухтрубных системах.

12.8. Установка отопительных приборов

Расстояния от строительных конструкций зданий до отопительных приборов и между приборами следует принимать в соответствии с нормативными рекомендациями. Приборы с теплоносителем при температуре выше 105° С необходимо размещать на расстоянии не менее 50 мм от сгораемых элементов зданий. При расположении приборов следует учитывать возможность прокладки подводок к ним по прямой линии.

В помещениях с производствами, отнесенными по взрыво- и пожарной опасности к категориям А, Б, В и Е, не допускается размещать отопительные приборы в нишах, за исключением лестничных клеток, где выступы приборов не должны сокращать необходимой ширины проходов.

При смещенной установке отопительного прибора от оси светового проема стояк располагают на расстоянии 150±50 мм от откоса проема, а длину подводки принимают 360—400 мм при трубах $d_у = 15...20$ мм и 500 мм при трубах $d_у = 25$ мм.

ТАБЛИЦА 12.15

РАЗМЕРЫ ОТВЕРСТИЙ И БОРОЗД

Теплопровод	Размеры, мм	
	отверстия	борозды
Однотрубный стояк	100×100	130×130
Двухтрубный »	150×100	200×130
Подводка к прибору и сцепка	100×100	60×60
Магистраль	250×300	—
Главный стояк	200×200	200×200

Устанавливают отопительные приборы на кронштейнах, болтах или металлических подставках. В помещениях с периодическим поступлением тепла предусматривается возможность выключения приборов.

Отопительные приборы без воздушного клапана для регулирования теплопередачи соединяют «на сцепке» в пределах одного помещения, за исключением вспомогательных помещений (коридоров, кладовых и т. п., а также кухонь жилых зданий), где допускается приборы присоединять на сцепке к приборам соседних помещений. Диаметр соединительных труб сцепки принимают по диаметру отверстий в приборах, длина сцепки не должна превышать 1,5 м. Число приборов, соединяемых на сцепке, при односторонней подводке к приборам от однотрубных и двухтрубных стояков должно быть не более двух.

Разносторонняя подводка труб к радиаторам от двухтрубных стояков рекомендуется при числе секций более 25 или при установке более двух приборов, соединенных на сцепке.

Размеры отверстий при открытой прокладке и борозд при скрытой прокладке в строительных конструкциях принимаются в зависимости от вида прокладываемого теплопровода (табл. 12.15).

12.9. Примеры расчета площади нагревательной поверхности отопительных приборов

Пример 12.2. Найти число секций чугунного радиатора М-140-АО, устанавливаемого без ниши под полкой (расстояние от прибора до полки 40 мм) на пятом этаже пятиэтажного здания, при скрытой прокладке труб двухтрубной системы водяного отопления с нижней прокладкой магистралей и насосной циркуляцией воды, если $t_г=95°$, $t_о=70°$ С, $t_в=15°$ С, теплопотери помещения $Q_п=1000$ ккал/ч, понижение температуры воды в подающей магистрали $\Sigma\Delta t_м=2°$.

Для прибора, расположенного на пятом этаже, принимаем схему присоединения № 2 (снизу вниз).

Количество воды, протекающей через радиатор:

$$G=\frac{1000}{1\,(95-70)}=40 \text{ кг/ч}.$$

В приборах двухтрубных стояков $G_{отн}/F_р<7$, по табл. 12.5 находим: $\varphi=1{,}11$.

Средняя температура воды в приборе по формуле (12.6) $t_{ср}=0{,}5(95-2+70)=81{,}5°$ С, откуда при $t_в=15°$ С $\Delta t_{ср}=81{,}5-15=66{,}5°$.

По формуле табл. 12.8 для радиатора, присоединенного по схеме № 2, при $G_{отн}/F_р<7$

$$q_э=\frac{3{,}85\cdot 66{,}5^{1,15}}{1{,}11}=430 \text{ ккал/(ч · экм)}$$

Площадь нагревательной поверхности по формуле (12.8)

$$F_э=\frac{1000\cdot 1{,}05}{430}=2{,}44 \text{ экм},$$

где $\beta_1=1{,}05$ по табл. 12.10.

Так как при скрытой прокладке стояка $F_{тр}=0$, расчетная площадь нагревательной поверхности радиатора по формуле (12.9) составит ($p=0{,}08$ по формуле табл. 12.8):

$$F_р=F_э^{1+p}=2{,}44^{1,08}=2{,}6 \text{ экм}$$

Число секций радиатора М-140-АО по формуле (12.18)

$$N_{мин}=\frac{2{,}6\cdot 1{,}05-0{,}168}{0{,}966\cdot 0{,}35}=7{,}6 \text{ секции},$$

где $\beta_2=1{,}05$ по табл. 12.12; $f_э=0{,}35$ экм по табл. 12.1.

Принимаем к установке ближайшее большее число секций — 8 секций.

Пример 12.3. Определить число секций радиатора М-140-АО, пользуясь номограммой и вспомогательной табл. 12.13, по условиям примера 12.2, когда $Q_п\varphi\beta_1=1000\cdot 1{,}11\cdot 1{,}05=1165$.

При средней температуре воды в радиаторе $t_{ср}=81{,}5°$ С вычисляем по формуле (12.14)

$$\Sigma Q_р=(150-81{,}5)\,1=68{,}5 \text{ ккал/ч}.$$

На номограмме (см. рис. 12.4) находим на шкале $\Sigma Q_р$ соответствующей температуре внутреннего воздуха $t_в=15°$ С, точку $\Sigma Q_р=68{,}5$. Двигаясь от этой точки вправо, параллельно наклонным линиям, до пересечения с вертикалью $Q_п\varphi\beta_1=1165$, определяем $F_э=2{,}5$ экм.

По шкале $F_э-F_э^{1,08}$ на номограмме находим $F_р=F_э^{1,08}=2{,}5^{1,08}=2{,}66$ экм.

Радиатор установлен под полкой ($\beta_2=1{,}05$), поэтому число секций определяем по величине $F_р\beta_2=2{,}66\cdot 1{,}05=2{,}8$ экм. По табл. 12.13 принимаем $N=8$ секций.

Пример 12.4. Определить число секций открыто устанавливаемого в помещении с теплопотерей $Q_п=800$ ккал/ч и $t_в=15°$ С радиатора М-140-АО, если он присоединяется по схеме № 2 со смещенным замыкающим участком к открыто прокладываемому однотрубному стояку; $t_г=105°$ С; $\Sigma\Delta t_м=3°$; $\Sigma Q_п=1500$ ккал/ч; $\Sigma Q_{тр}=100$ ккал/ч; $G_{ст}=150$ кг/ч; $F_{тр}=0{,}4$ экм.

Рассчитываем среднюю температуру воды в приборе по формуле (12.7):

$$t_{ср}=105-3-\frac{1500+100+1\cdot 800}{150}=86° \text{ С},$$

принимая $\frac{0{,}5}{\alpha}=1$ по табл. 12.7.

При температурном напоре $\Delta t_{ср}=86-15=71°$ С вычисляем $q_э$ по формуле для радиаторов, присоединенных по схеме № 2 (табл. 12.8), задавшись $\varphi=1$:

$$q_э=3{,}85\cdot 71^{1,15}=497 \text{ ккал/(ч·экм)}$$

и находим предварительную площадь нагревательной поверхности

$$F'_э=\frac{800}{497}=1{,}61 \text{ экм}.$$

Тогда при $\alpha=0{,}5$

$$\frac{G_{отн}}{F_р}=\frac{150\cdot 0{,}5}{17{,}4\cdot 1{,}61}=2{,}7<7.$$

Отыскиваем при $\frac{G_{отн}}{F_р}<7$ и $G_{пр}=150\cdot 0{,}5=75$ кг/ч значение коэффициента φ по табл. 12.5: $\varphi=1{,}05$.

Следовательно,

$$F_э=1{,}61\cdot 1{,}05=1{,}69 \text{ экм};$$

$$F_э^{1,08}=1{,}69^{1,08}=1{,}76 \text{ экм};$$

$$F_р=1{,}76-0{,}4=1{,}36 \text{ экм}$$

Число секций радиатора находим по формуле (12.18):

$$N_{мин}=\frac{1{,}36-0{,}168}{0{,}966\cdot 0{,}35}=3{,}5.$$

Принимаем к установке 4 секции.

Пример 12.5. Определить число секций радиатора М-140-АО по условиям примера 12.4, пользуясь номограммой.

По табл. 12.5 было найдено значение $\varphi=1{,}05$. Тогда $Q_п\varphi = 800\cdot 1{,}05=840$. Подсчитываем по формуле (12.13):

$$\Sigma Q_р = 10^{-2}\left[150\,(150-105)+150\cdot 3+1500+100+\frac{0{,}5}{0{,}5}\,800\right]=96.$$

На шкале $G_{ст}$ номограммы (см. рис. 12.4) находим точку $G_{ст}=150$. Замечая, что $F_7=1{,}22$, движемся по вертикали вверх до пересечения с горизонталью, соответствующей $\Sigma Q_р=96$ на шкале при $t_в=15°$ С.

Перемещаясь от найденной точки параллельно наклонным линиям до пересечения с вертикалью $Q_п=800$ ккал/ч, находим, что $F_э>F_7$. Производим пересчет $F_э$ по величине $Q_п\varphi=840$; $F_э=1{,}7$ экм, откуда (по шкале $F_э-F_э^{1+p}$)

$$F_э^{1+p}=1{,}7^{1{,}08}=1{,}77;\quad F_р=1{,}77-0{,}4=1{,}37\ \text{экм}.$$

По табл. 12.13 находим $N=4$ секции.

Пример 12.6. Определить с помощью номограммы площадь нагревательной поверхности конвектора «Прогресс-15», присоединенного по схеме № 4 (см. табл. 12.4), с трехходовым краном по условиям примера 12.4, но при $Q_п=2480$ ккал/ч и $t_г=145°$ С.

Величина $\frac{0{,}5}{\alpha}=0{,}5$ (см. табл. 12.7).

При расходе воды через прибор $G_{пр}=150$ кг/ч устанавливаем по табл. 12.5 $\varphi=1{,}17$ и вычисляем:

$$Q_п\,\varphi=2480\cdot 1{,}17=2900;$$

следовательно,

$$\Sigma Q_р=10^{-2}\,[150\,(150-145)+150\cdot 3+1500+100+0{,}5\cdot 2480]=40.$$

По номограмме (рис. 12.3), произведя операции аналогично описанным в примере 12.5 (не обращая внимания на величину F_7), находим:

$$F_э=3{,}3;$$

$$F_р=3{,}3-0{,}4=2{,}9\ \text{экм}.$$

Глава 13. ВОДЯНОЕ ОТОПЛЕНИЕ

13.1. Общие сведения

Водяное отопление применяется при местном и централизованном теплоснабжении.

Принципиальная схема системы насосного водяного отопления при местном теплоснабжении дана на рис. 13.1, *а*. На схеме показан открытый расширительный бак, присоединенный к общей обратной магистрали перед циркуляционным насосом.

Принципиальные схемы систем водяного отопления при централизованном водяном теплоснабжении изображены на рис. 13.1, *б—д*.

Независимую насосную систему (см. рис. 13.1, *б*) применяют для создания местного теплогидравлического режима в здании при $t_г<t_1$. В независимой гравитационной системе (см. рис. 13.1, *в*) отсутствует циркуляционный насос, расширительный бак присоединен к верхней точке труб.

Зависимую систему со смешением (см. рис. 13.1, *г*) используют для получения $t_г<t_1$, когда в ней допускается повышение гидростатического давления до давления, под которым находится вода в наружном обратном теплопроводе. Температура воды t_1 в наружном подающем теплопроводе понижается до температуры $t_г$ с помощью смесительного насоса или смесительного аппарата — водоструйного элеватора. Зависимую систему без смешения (см. рис. 13.1, *д*) применяют, когда в ней допускается $t_г=t_1$ без местного качественного регулирования.

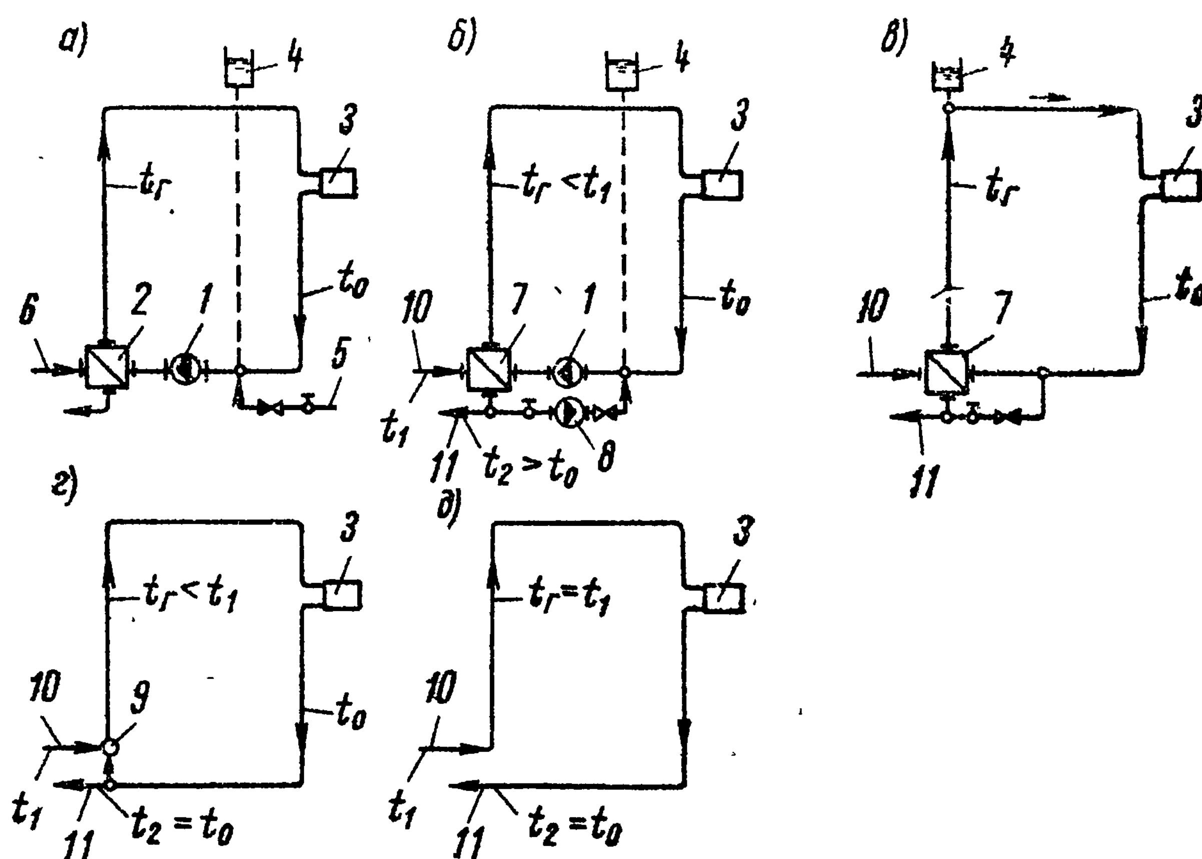


Рис. 13.1. Принципиальные схемы систем водяного отопления

а — при местном теплоснабжении; *б, в, г, д* — при централизованном теплоснабжении; *1* — циркуляционный насос; *2* — котел; *3* — отопительный прибор; *4* — расширительный бак; *5* — водопровод; *6* — подача топлива; *7* — теплообменник; *8* — подпиточный насос; *9* — смесительная установка; *10* — подающий теплопровод; *11* — обратный теплопровод

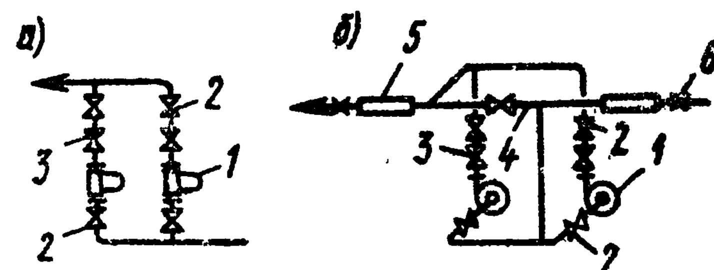


Рис. 13.2. Присоединение труб к циркуляционным насосам

а — отопительным; *б* — общепромышленным высоконапорным; *1* — насос; *2* — задвижка; *3* — обратный клапан; *4* — обводная труба с задвижкой (нормально закрыта); *5* — виброизолирующая вставка; *6* — неподвижная опора

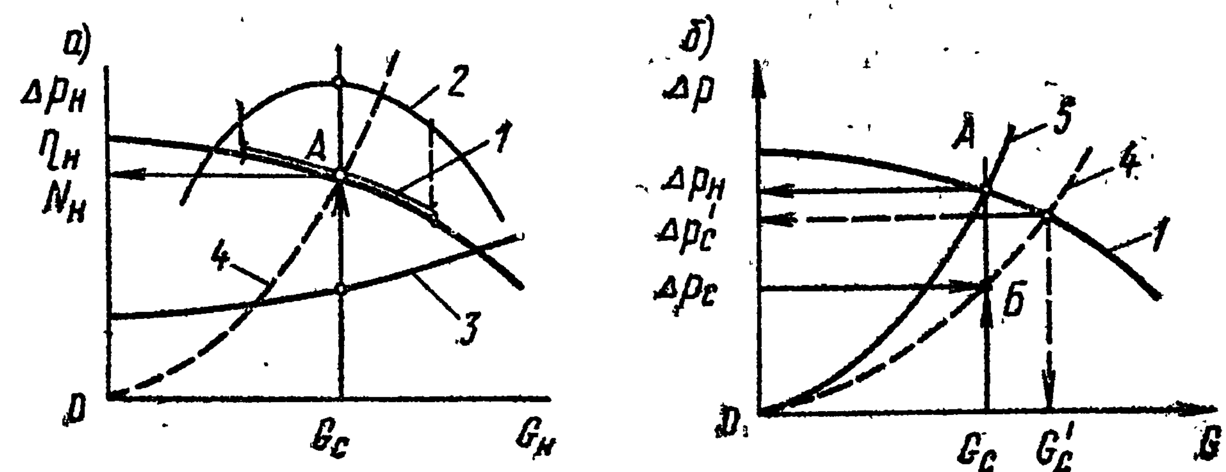


Рис. 13.3. Характеристики насоса

а — отопительного; *б* — общепромышленного; *1* — давления; *2* — к. п. д.; *3* — мощности; *4* — характеристика системы отопления; *5* — то же, после диафрагмирования

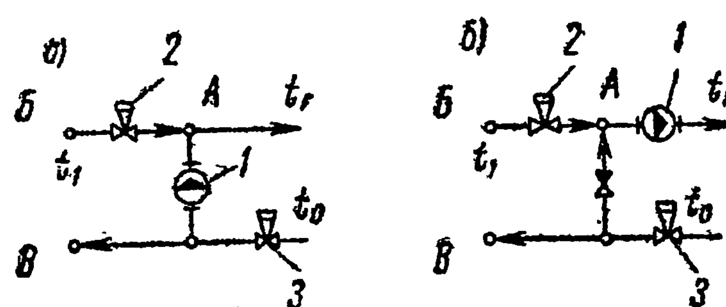


Рис. 13.4. Принципиальная схема установки смесительного насоса

а — на перемычке; *б* — на подающей магистрали; *1* — смесительный насос; *2* — регулятор температуры; *3* — регулятор расхода воды в системе отопления

В насосных системах водяного отопления устанавливают лопастные отопительные насосы (рис. 13.2, *а*) и центробежные насосы общепромышленного назначения (рис. 13.2, *б*).

Предпочтение отдается бесшумным отопительным насосам, непосредственно соединенным с электродвига-

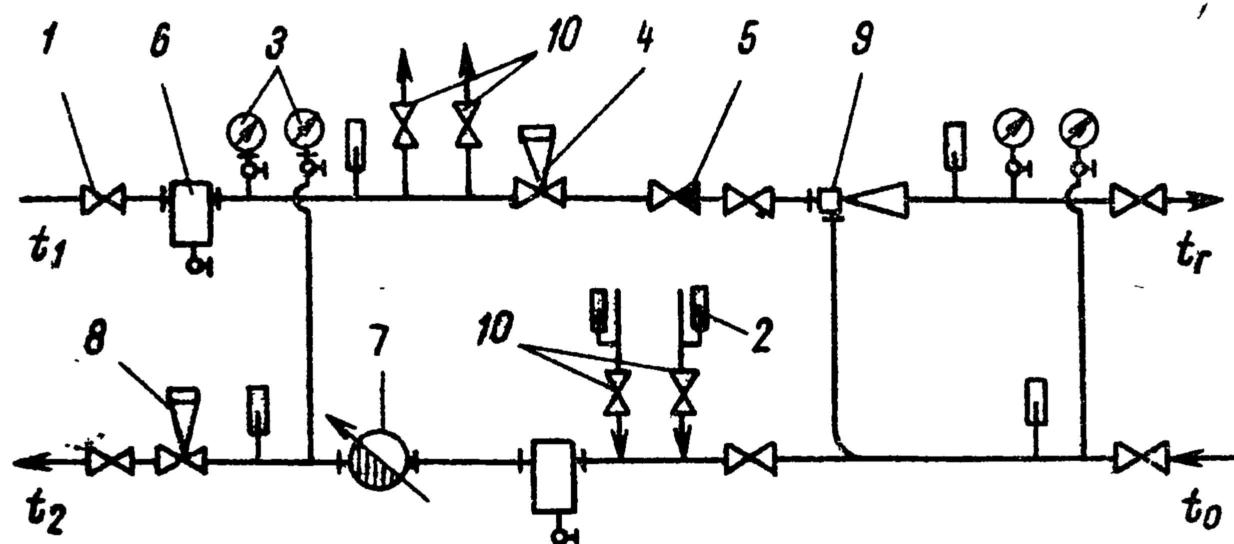


Рис. 13.5. Принципиальная схема местного теплового пункта системы отопления с водоструйным элеватором и ответвлениями к системам вентиляции и кондиционирования воздуха

1 — задвижка; *2* — термометр; *3* — манометры; *4* — регулятор расхода; *5* — обратный клапан; *6*— грязевик; *7* — тепломер; *8* — регулятор давления; *9* — водоструйный элеватор; *10* — ответвления

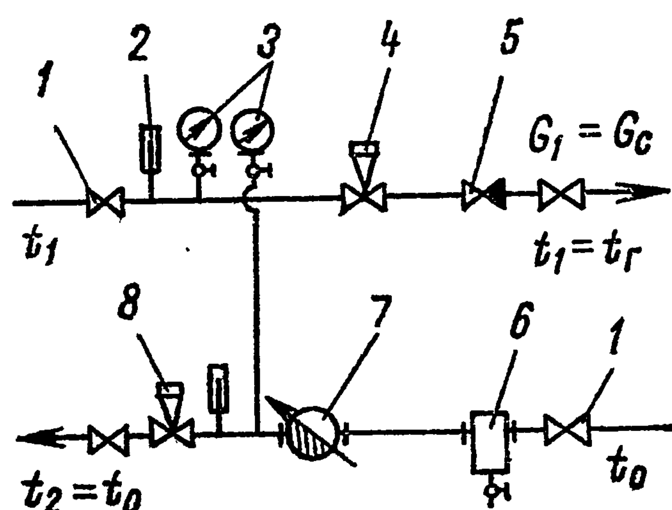


Рис. 13.6. Принципиальная схема местного теплового пункта системы отопления при $t_г = t_1$. Обозначения см. в экспликации к рис. 13.5

телями и закрепляемым на трубах без фундамента. Отопительный насос выбирают по заводской характеристике (рис. 13.3, *а*) в зависимости от общего расхода воды в системе отопления G_c, причем давление насоса, развиваемое в рабочей точке *А*, принимают за исходное при гидравлическом расчете труб системы.

Центробежный насос общепромышленного назначения выбирают (с учетом допустимого давления на всасывании) также по заводской характеристике (рис. 13.3, *б*) в зависимости от расхода воды G_c и гидравлического сопротивления Δp_c системы, причем излишек давления насоса в рабочей точке *А* (выраженный ординатой *АБ*) должен поглощаться диафрагмой.

Смесительный насос в зависимой системе отопления (см. рис. 13.1, *г*) можно устанавливать на перемычке между подающей и обратной магистралью (рис. 13.4, *а*) или на обратной либо подающей магистрали (рис. 13.4, *б*) системы.

Давление, создаваемое смесительным насосом на перемычке, а следовательно, и циркуляционное давление в системе отопления ограничено, так как смешение воды в общей точке *А* (см. рис. 13.4, *а*) происходит под определенным давлением в наружном подающем теплопроводе (в точке *Б*). Смесительный насос на обратной или подающей магистрали развивает циркуляционное давление в системе отопления независимо от разности давления в наружных теплопроводах (в точках *Б* и *В*).

Водоструйный элеватор применяют в системе отопления без местного качественного регулирования. Схема установки водоструйного элеватора с контрольно-измерительными и другими приборами, характерными для местного теплового пункта зависимой системы отопления со смешением воды, изображена на рис. 13.5. Схема местного теплового пункта зависимой системы отопления без смешения воды дана на рис. 13.6.

13.2. Классификация систем

В системах водяного отопления теплопроводы различным образом соединяют с отопительными приборами и прокладывают в зданиях. В зависимости от этого системы водяного отопления различаются:

по схеме соединения труб с отопительными приборами — однотрубные с последовательным соединением и двухтрубные с параллельным соединением приборов;

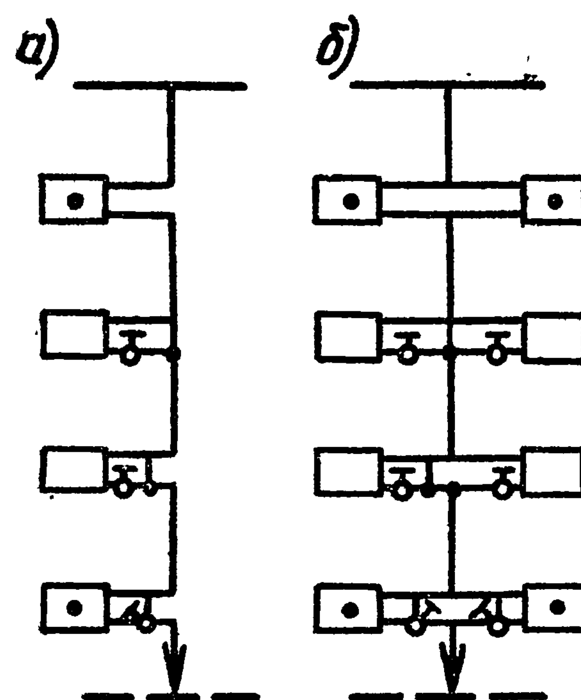


Рис. 13.7. Вертикальный однотрубный стояк системы отопления с верхней разводкой

по положению труб, соединяющих отопительные приборы, — вертикальные и горизонтальные;

по расположению магистралей — с верхней разводкой при прокладке подающей магистрали выше отопительных приборов; с нижней разводкой при расположении подающей и обратной магистралей ниже приборов; с «опрокинутой» циркуляцией воды при прокладке обратной магистрали выше приборов;

по направлению движения воды в подающей и обратной магистралях — с тупиковым (встречным) и попутным (в одном направлении) движением воды; при встречном движении воды в двух частях каждого отопительного прибора, последовательно соединенных трубами, система носит название бифилярной (двухпоточной).

Отдельные стояки с различными трубными подводками к отопительным приборам (приборными узлами) при многократном повторении составляют вместе с магистралями и тепловым пунктом систему отопления.

Основные приборные узлы, встречающиеся в вертикальных однотрубных системах с верхней разводкой, показаны на рис. 13.7. При одностороннем (см. рис. 13.7, *а*) и двустороннем (см. рис. 13.7, *б*) присоединении отопительных приборов к стояку приборные узлы

могут быть проточными (четвертый этаж, см. рис. 13.7), регулируемыми с осевыми (третий этаж) и со смещенными (второй этаж) замыкающими участками или проточно-регулируемыми с трехходовыми кранами и обходными участками (первый этаж).

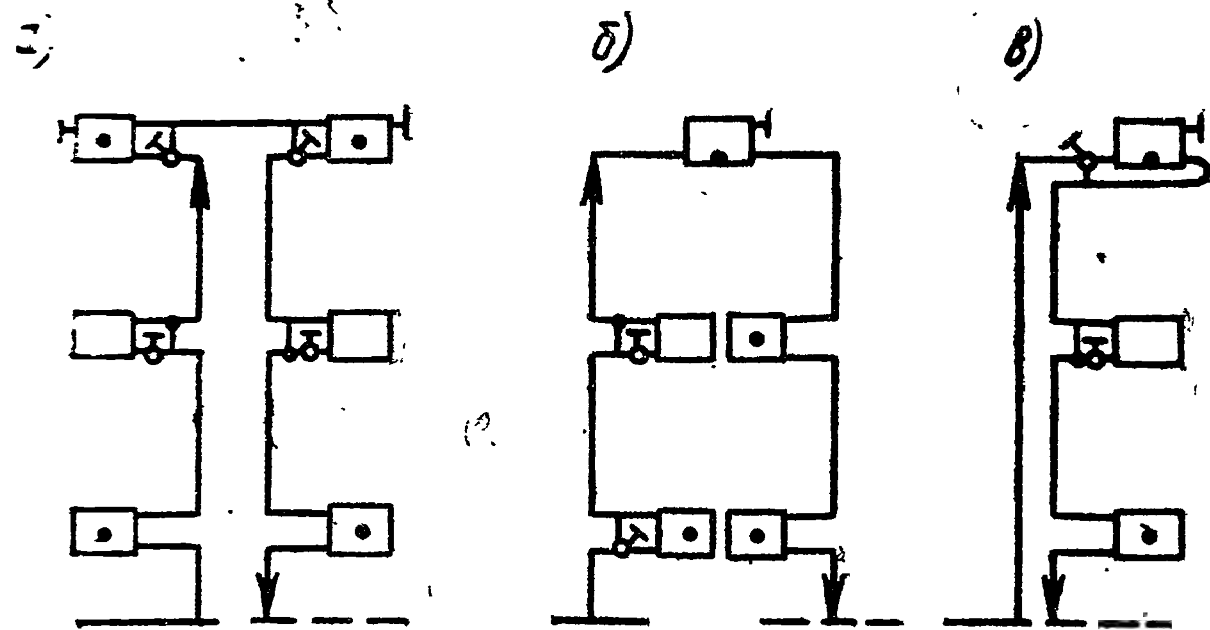


Рис. 13.8. Вертикальный однотрубный стояк системы отопления с нижней разводкой

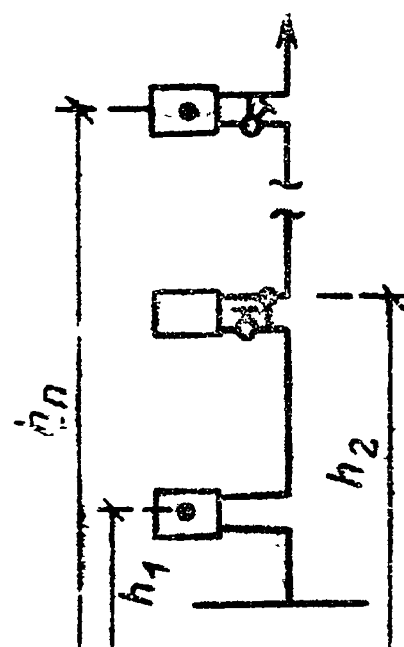


Рис. 13.9. Вертикальный однотрубный стояк системы отопления с опрокинутой циркуляцией воды

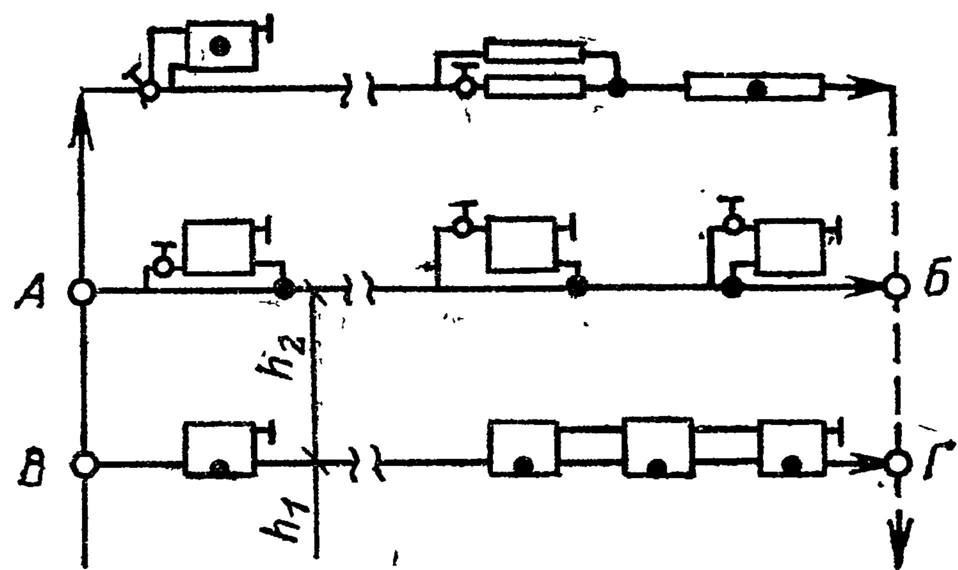


Рис. 13.10. Горизонтальная однотрубная система отопления

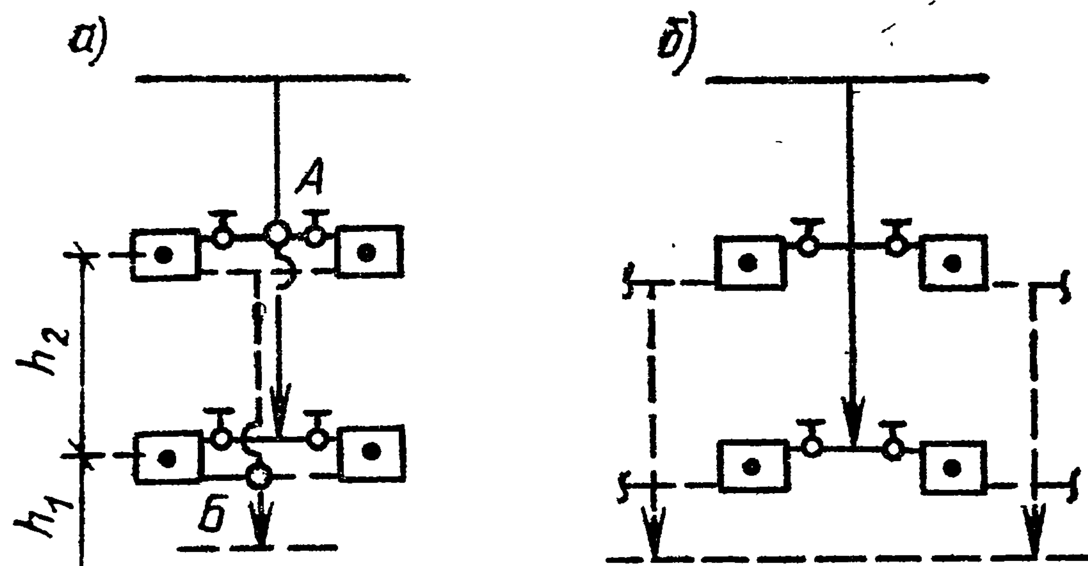


Рис. 13.11. Вертикальный двухтрубный стояк системы отопления с верхней разводкой

На рис. 13.8 изображены три основных приборных узла, применяющихся в вертикальных однотрубных системах с нижней разводкой (системах с П-образными стояками). В верхнем этаже показаны проточно-регулируемые узлы систем, подпитываемых деаэрированной (см. рис. 13.8, *а*) и водопроводной (см. рис. 13.8, *б*—*в*) водой. Узел с осевым замыкающим участком не используется. На рис. 13.8, *б* дана схема стояка вертикальной бифилярной системы; на рис. 13.8, *в* — схема

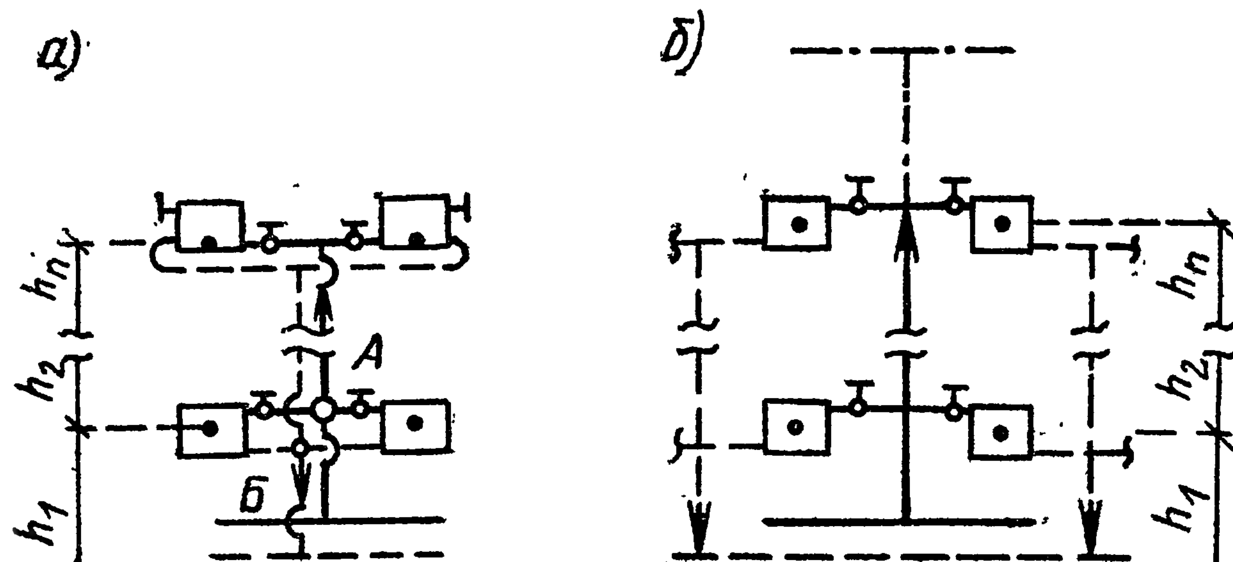


Рис. 13.12. Вертикальный двухтрубный стояк системы отопления с нижней разводкой

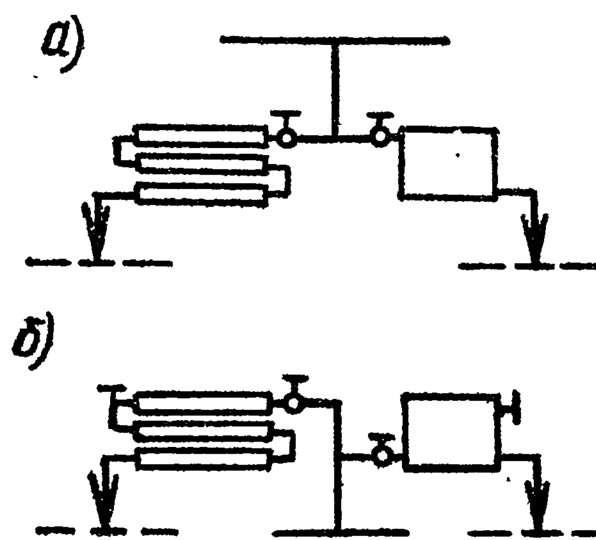


Рис. 13.13. Приборные узлы горизонтальной двухтрубной системы отопления

а — с верхней разводкой; *б* — с нижней разводкой

стояка для непарных приборов, а также для приборов со значительной тепловой нагрузкой.

Три основных приборных узла, использующихся в вертикальных однотрубных системах с опрокинутой циркуляцией воды, приведены на рис. 13.9.

Основные приборные узлы, встречающиеся в горизонтальных однотрубных системах (проточные, регулируемые с осевыми замыкающими участками и проточно-регулируемые с обходными участками), показаны на рис. 13.10. Воздушные краны, установленные в верхней части приборов, могут быть индивидуальными и групповыми (на рисунке — справа внизу).

Стояки вертикальных двухтрубных систем с верхней разводкой изображены на рис. 13.11. Один из стояков — столбовой с односторонним присоединением труб к отопительным приборам (см. рис. 13.11, *а*), другой — цепочечный с разносторонним присоединением труб к приборам (см. рис. 13.11, *б*).

Схемы двух таких же стояков вертикальных двухтрубных систем с нижней разводкой, отличающиеся еще и способом сбора и удаления воздуха, показаны на рис. 13.12. В одном стояке воздух собирается в верхних отопительных приборах, присоединенных по схеме снизу вниз, и удаляется через воздушные краны (см. рис. 13.12, *а*), в другом стояке воздух собирается и удаляется централизованно (см. рис. 13.12, *б*; воздушные трубы показаны штрихпунктирной линией).

На рис. 13.13 приведены основные приборные узлы, встречающиеся в горизонтальных двухтрубных системах с верхней (рис. 13.13, *а*) и нижней (рис. 13.13, *б*) разводкой. Слева показано змеевиковое (последовательное) соединение трубами таких приборов, как гладкие и ребристые трубы, плинтусные конвекторы, справа — присоединение радиаторов колончатых по схемам сверху вниз (см. рис. 13.13, *а*) и снизу вниз (см. рис. 13.13, *б*).

13.3. Этапы проектирования системы

Исходные данные для проектирования: назначение и технология, планировка и строительные конструкции здания; климат и положение здания на местности; источник теплоснабжения; температура помещений.

Расчет теплового режима. Теплотехнический расчет наружных ограждений, расчет теплового режима в помещениях, определение тепловых нагрузок для отопления.

Выбор системы. Выбор параметров воды и гидравлического давления в системе, а также вида отопительных приборов и конструкции системы (с технико-экономическим обоснованием в необходимых случаях).

Конструирование системы. Размещение отопительных приборов, стояков, магистралей и других элементов системы. Деление системы на части постоянного и периодического действия, на ветви для регулирования действия. Определение уклона труб; схемы движения, сбора и удаления воздуха; компенсации удлинения и тепловой изоляции труб; мест спуска и наполнения водой стояков и системы. Выбор вида запорно-регулирующей арматуры, а также ее размещение.

Конструирование схемы системы с нанесением тепловых нагрузок отопительных приборов и участков теплопроводов.

Расчет системы. Гидравлический и тепловой расчеты теплопроводов и отопительных приборов (см. главу 12).

До гидравлического расчета проводят предварительный тепловой расчет таких отопительных приборов, как конвекторы, радиаторы панельные змеевиковые и т. п., при которых сопротивление по длине греющих труб $d_у = 15...20$ мм отражается на гидравлическом сопротивлении стояков. В этом случае размеры отопительных приборов уточняют после проведения гидравлического расчета. Допустимо также делать окончательный тепловой расчет любых отопительных приборов до гидравлического расчета двухтрубных систем при скрытой прокладке труб.

После гидравлического расчета проводят тепловой расчет таких отопительных приборов, как радиаторы секционные и панельные колончатые, ребристые и гладкие трубы $d_у = 32...100$ мм, гидравлическое сопротивление которых допустимо оценивать по местному сопротивлению на входе и выходе воды, а также тепловой расчет гравитационной системы отопления малоэтажных зданий. Размеры отопительных приборов устанавливают с учетом площади нагревательной поверхности теплопроводов в помещениях.

13.4. Выбор системы

При проектировании водяного отопления предпочтение отдается насосным однотрубным системам. Гравитационные системы допускается применять при технико-экономическом обосновании их преимущества перед насосными или при технологической необходимости исключения шума и вибрации конструкций в здании; их целесообразно использовать в отдельно стоящих зданиях при относительно небольшой площади застройки и местном источнике тепла.

Однотрубные системы с проточными отопительными приборами дешевле других; они используются в тех случаях, когда применяются приборы с воздушными регулирующими клапанами (например, конвекторы «Комфорт») или когда индивидуальное регулирование теплопередачи приборов не является обязательным.

Проточно-регулируемые однотрубные системы с трехходовыми кранами рекомендуется применять при индивидуальном ручном регулировании теплопередачи отопительных приборов. Эти системы могут заменяться однотрубными системами с замыкающими участками у приборов для уменьшения гидравлического сопротивления приборных узлов. Следует принимать во внимание, что узел со смещенным замыкающим участком, хотя и обладает бо́льшим гидравлическим сопротивлением, чем узел с осевым замыкающим участком, способствует затеканию воды в отопительный прибор и компенсации теплового удлинения труб.

Вертикальные однотрубные системы рекомендуется применять в зданиях, имеющих три этажа и более; при прокладке труб вдоль вертикальных стыков наружных ограждающих конструкций появляется возможность влиять на их температурное поле. При использовании таких отопительных приборов, как радиаторы колончатые, наиболее рациональны системы с верхней разводкой.

Однотрубные системы с нижней разводкой целесообразны в бесчердачных зданиях с техническими подпольями и подвалами, а также при необходимости поэтажного включения системы в действие в процессе строительства здания. Однотрубные системы с опрокинутой циркуляцией воды применяются в зданиях повышенной этажности, в зданиях с отапливаемыми чердачными помещениями или с верхними техническими этажами, причем рекомендуется использовать отопительные приборы со стальными трубами в качестве греющих элементов (например, конвекторы, радиаторы панельные змеевиковые).

Однотрубные системы при расчетной разности температуры воды более 40° (например, 130—70° С) следует разделять на две последовательно соединенные части с тем, чтобы разность температуры в каждой из них не превышала 45° С.

Горизонтальные однотрубные системы рекомендуется применять в протяженных зданиях, в зданиях с ленточным остеклением, в зданиях, где каждый этаж имеет различные технологическое назначение и режим, особенно при значительном расходе воды в отопительных приборах (например, при относительном расходе воды в радиаторах более 5).

Бифилярные системы целесообразно применять при автоматическом поддержании заданной температуры воздуха в помещениях с помощью пофасадного (вертикальные системы) или поэтажного (горизонтальные системы) количественного регулирования теплопередачи отопительных приборов.

Вертикальные насосные двухтрубные системы с нижней разводкой могут применяться в бесчердачных зданиях ограниченного объема, состоящих из разноэтажных частей, с установкой регулирующих кранов повышенного гидравлического сопротивления у отопительных приборов.

Двухтрубные системы с верхней разводкой следует применять в малоэтажных зданиях, имеющих один-два этажа. Гравитационные двухтрубные системы с верхней

разводкой используются для квартирного отопления при радиусе действия не более 30 м по горизонтали.

Для сокращения протяженности и диаметра магистралей рекомендуется применять системы с тупиковым движением воды. В насосных системах значительной протяженности при малой тепловой нагрузке стояков можно использовать для увязки потерь давления в параллельно соединенных участках (если расхождение при тупиковом движении воды превышает 15%) попутное движение воды в магистралях.

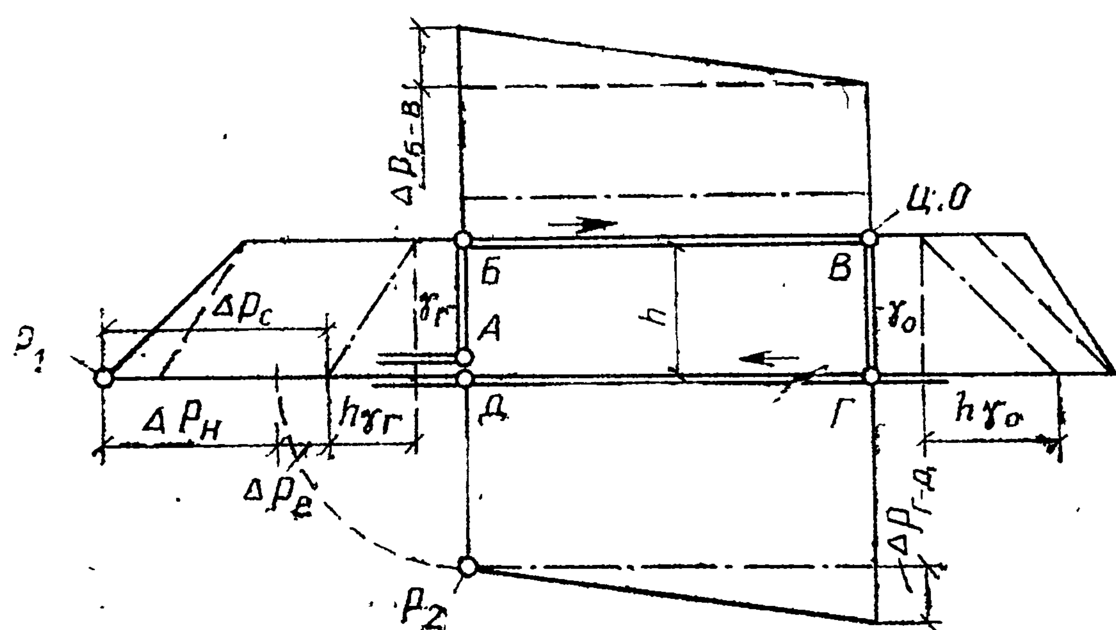


Рис. 13.14. Эпюра гидравлического давления в местной системе отопления, непосредственно соединенной с наружными теплопроводами

Для отопления помещений с периодическим пребыванием людей, помещений с резко меняющимися теплопотерями в результате воздействия ветра, солнечной радиации или других факторов следует предусматривать отдельные системы или ветви, отключаемые от общих систем отопления.

Рекомендуемые виды отопительных приборов для отопления зданий и сооружений различного назначения приведены в Строительных нормах и правилах.

Гидравлическое давление в системе. Давление в системе отопления, гидравлически независимой от наружной тепловой сети (см. рис. 13.1, *а—в*), определяется положением расширительного бака, давлением в нем (если бак закрытый) и давлением, развиваемым насосом.

Давление в зависимой системе отопления связано с давлением в наружных теплопроводах (см. главу 21). При построении эпюры гидравлического давления устанавливается его минимальная и максимальная величина и динамика изменения при циркуляции воды.

На рис. 13.14 изображена упрощенная эпюра гидравлического давления в зависимой системе отопления (двойные линии между точками *А*, *Б*, *В*, *Г*, *Д*) высотой *h* с одним центром охлаждения (ц. о) в точке *В*. Штрихпунктирными линиями показано изменение гидростатического давления в статическом режиме, причем в наиболее высоко расположенной точке *В* оно принимается избыточным (от 0,2 кгс/см² при $t_г < 100°$ С до 4 кгс/см² при $t_г = 150°$ С). Гидростатическое давление p_2 в точке *Д* общей обратной магистрали дает необходимое давление в месте соединения системы отопления с наружным обратным теплопроводом (может поддерживаться на более высоком уровне регулятором давления «до себя») и является исходным для построения пьезометрических линий в расчетном динамическом режиме (сплошные линии на рисунке).

Гидравлическое давление в точке *Г*, наиболее низкой и удаленной от теплового пункта, выражает наибольшее давление в обратной магистрали системы; оно не должно превосходить рабочего давления, допустимого для арматуры и отопительных приборов.

Гидравлическое давление в точке *В* показывает наименьшее давление в системе в динамическом режиме. Если, например, высота системы 20 м, потеря давления от точки *В* до точки *Д* $5\cdot10^3$ кгс/м² (0,5 кгс/см²), а давление в наружном обратном теплопроводе $p_2 = 2,5$ кгс/см², то давление в точке *В* составит:

$$p_В = 2,5 + 0,5 - 2 = 1 \text{ кгс/см}^2,$$

т. е. будет недостаточным для предотвращения вскипания воды, имеющей температуру $> 120°$ С.

Гидравлическое давление в точке *Б* выражает наибольшее давление в подающей магистрали в динамическом режиме.

Гидравлическое давление в точке *А* показывает наибольшее давление p_1 в подающей магистрали системы:

$$p_1 = p_2 + \Delta p_с - \Delta p_е, \qquad (13.1)$$

где $\Delta p_с$ — гидравлическое сопротивление (потеря давления при циркуляции воды) системы;

$\Delta p_е$ — естественное циркуляционное (гравитационное) давление, возникающее в системе.

13.5. Конструирование системы

А. Трубы. Для пропуска теплоносителя используют трубы металлические (стальные, медные, свинцовые и др.) и неметаллические (пластмассовые, стеклянные и др.). Наиболее широко применяют стальные шовные (сварные) и бесшовные (цельнотянутые) трубы, причем последние рекомендуется применять в местах, недоступных для ремонта.

Из стальных шовных труб в основном используются неоцинкованные (воздушные линии выполняют из оцинкованных труб) водогазопроводные трубы (ГОСТ 3262—62) обыкновенные, усиленные и легкие $d_у = 10$, 15, 20, 25, 32, 40 и 50 мм и стальные электросварные трубы (ГОСТ 10704—63*) $d = 76\times3$; $89\times3,5$; 108×4; 133×4; 159×5 мм и т. д. Усиленные трубы применяют в уникальных долговременных сооружениях со скрытой прокладкой труб; обыкновенные — при скрытой прокладке; легкие трубы предназначены под сварку или накатку резьбы для их соединения в системах с открытой прокладкой труб. Площади поперечного сечения обыкновенных, усиленных и легких труб одного и того же условного диаметра различны (например, для трубы $d_у = 20$ мм площади соответственно относятся как 1 : 0,926 : 1,057), это следует иметь в виду при гидравлическом расчете.

В большинстве случаев применяется открытая прокладка отопительных труб, и их поверхность учитывается как нагревательная при расчете площади поверхности отопительных приборов (см. главу 12). По специальным технологическим, гигиеническим, архитектурно-планировочным и другим требованиям прокладка труб может быть скрытой: магистрали переносятся в техническое помещение, стояки и подводки к приборам скрываются в шахтах, каналах и бороздах (размеры см. табл. 12.15) или замоноличиваются (в местах расположения разборных соединений и арматуры предусматриваются люки).

Размеры подводок к отопительным приборам должны, как правило, унифицироваться (см. приложения № 20—22 к СН 419—70). Длина подводки или сцепки не должна превышать 1,25—1,5 м, уклон подводки 5—

10 мм на всю ее длину (при длине до 0,5 м допускается прокладка подводки без уклона).

Необходимо обособлять стояки для отопления лестничных клеток; вертикальные стояки рекомендуется помещать в углах наружных стен; следует предусматривать изгибы труб для компенсации теплового удлинения стояков (рис. 13.15).

Магистрали системы в промышленном здании следует прокладывать под потолком, в средней зоне и у пола в пределах помещений.

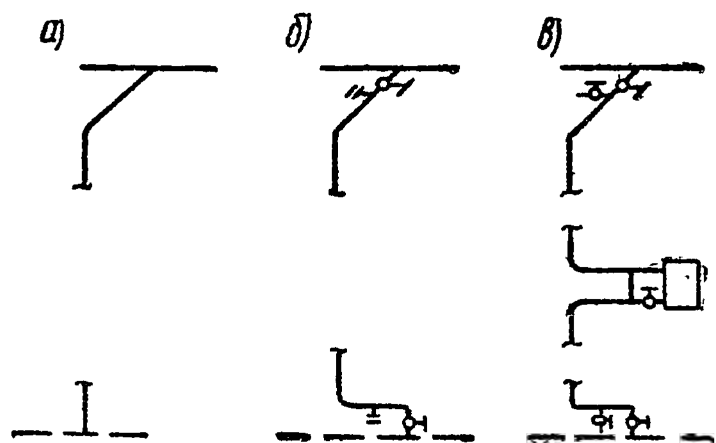


Рис. 13.15. Изгибы труб для компенсации удлинения вертикальных стояков систем отопления зданий различной этажности

В малоэтажном промышленном здании рационально применять горизонтальную однотрубную систему (обычную или бифилярную) с совмещением в одной трубе функций подводки, стояка и магистрали. Длину прямого участка поэтажных веток без компенсатора удлинения труб рекомендуется принимать не более 12 м.

В широком (шириной более 9 м) гражданском здании следует делить систему на две пофасадные части для проведения независимого эксплуатационного регулирования теплопередачи.

Магистрали в гражданских и вспомогательных зданиях промышленных предприятий, как правило, прокладывают в технических помещениях. В северной строительно-климатической зоне прокладывать магистрали на чердаках и в проветриваемых подпольях зданий не допускается.

При размещении магистралей следует обеспечивать свободный доступ к ним для осмотра, ремонта и смены, а также уклон 0,003 (при необходимости допустим уклон 0,002) и компенсацию теплового удлинения. Расстояние между осями труб двухтрубных неизолированных стояков $d_у \leqslant 32$ мм берется равным 80 мм с допустимым отклонением +5 мм, при этом подающие трубы располагаются справа. Расстояния от поверхности строительных конструкций до оси неизолированных стояков или горизонтальных труб принимаются: 35 мм при $d_у \leqslant 32$ мм, 50 мм при $d_у > 32$ мм с допуском ±5 мм.

При конструировании системы необходимо учитывать правила производства монтажных работ.

Б. Запорно-регулирующая арматура. На подводках к отопительным приборам устанавливают арматуру:

при однотрубных стояках — регулирующие краны для эксплуатационного регулирования, обладающие пониженным гидравлическим сопротивлением [ручные краны шиберные, трехходовые (КРТ по ГОСТ 10944—64) и четырехходовые; автоматические краны];

при двухтрубных стояках — регулирующие краны для пускового и эксплуатационного регулирования, обладающие повышенным гидравлическим сопротивлением [ручные краны двойной регулировки, «Термис», дроссельные (КРД по ГОСТ 10944—64) и др.; автоматические краны].

Если в системе циркулирует вода с высокой температурой, пробковые регулирующие краны заменяют вентильными.

Регулирующие краны у отопительных приборов не устанавливают в местах, где может замерзать вода, — это относится к приборам при входе в лестничные клетки, у ворот, у загрузочных проемов.

Допускается установка одного общего регулирующего крана на трубе, подающей воду к группе отопительных приборов, расположенных в одном помещении; при наличии в помещении двух приборов, присоединенных к разным стоякам, регулирующий кран может быть установлен один у большего прибора.

Арматуру на стояках в малоэтажных (один — три этажа) зданиях не ставят (см. рис. 13.15, *а*). В четырех—семиэтажных зданиях на стояках устанавливают проходные (пробковые) краны (см. рис. 13.15, *б*) на расстоянии не более 120 мм от магистралей и тройники или муфты с пробками для выпуска воды и воздуха. При высокой температуре воды ($t_г \geqslant 100°$ С) вместо проходных кранов применяют вентили, а тройники с пробками заменяют спускными кранами. В зданиях, имеющих восемь и более этажей (см. рис. 13.15, *в*), установка спускных кранов (вместо тройников с пробками) обязательна независимо от температуры воды; проходные краны заменяют вентилями также и при гидростатическом давлении, превышающем 6 кгс/см².

На стояках в лестничных клетках запорные краны устанавливают независимо от числа этажей. Запорно-регулирующую и спускную арматуру предусматривают также и на отдельных ветвях системы.

В системе с нижней разводкой и воздушной линией запорные краны, кроме кранов в основании стояков, ставят на вертикальной воздушной трубе каждого стояка. В системе со спускной линией для опорожнения отдельных стояков или ветвей (в горизонтальной и в вертикальной в зданиях, имеющих технические этажи или более 16 этажей) устанавливают общий запорный кран на линии у бачка для разрыва струи при перепуске воды в канализационную сеть.

Основная запорно-регулирующая арматура, применяемая в местных тепловых пунктах системы отопления, показана на принципиальных схемах в п. 13.1.

В. Насосы. *Циркуляционные* насосы устанавливают по схемам, приведенным на рис. 13.2, и включают, как правило, в общую обратную магистраль системы. При необходимости уменьшить гидравлическое давление в теплообменниках или котлах насосы могут быть включены в общую подающую магистраль, причем техническая характеристика насосов должна соответствовать расчетной температуре горячей воды. Рабочий и резервный циркуляционные насосы снабжаются обратными клапанами для предотвращения обратной циркуляции воды при открытых задвижках. Можно устанавливать один отопительный насос, а резервный хранить на складе. При использовании центробежных насосов общепромышленного назначения (например, типа К) выполняется виброизоляция труб и обводная линия (см. рис. 13.2). Управление действием насосов автоматизируется с выбором периодичности в зависимости от марки насоса (например, 24 ч).

Смесительные насосы (см. рис. 13.4) устанавливают по тем же схемам и правилам, что и циркуляционные.

Подпиточный насос (см. схему системы отопления на рис. 13.1, *б*) применяют при недостаточном гидростатическом давлении в наружных теплопроводах для заполнения системы отопления и пополнения убыли воды

в ней. Насос выбирают с относительно малой подачей и значительным давлением, необходимым для подъема воды до высшей точки системы. Для подпитки системы следует использовать деаэрированную воду из наружных теплопроводов.

Управление действием подпиточного насоса автоматизируется для обеспечения необходимого гидростатического давления в системе (например, с использованием реле уровня в открытом расширительном баке; см. рис. 13.19, б).

Г. Противопожарные требования. Водяное отопление не допускается в зданиях с производством, отнесенным по взрывопожарной и взрывной опасности к категориям А, Б и Е: если в помещениях выделяются, хранятся или применяются вещества, способные к самовозгоранию, взрыву или разложению при взаимодействии с водой; если в помещениях могут выделяться газы, пары, пыль или аэрозоли, способные к самовоспламенению при соприкосновении с горячей поверхностью приборов и труб (например, пары сероуглерода). В промышленных зданиях, относящихся по взрывопожарной опасности к категориям А, Б, В и Е, отопительные приборы должны иметь гладкую поверхность и устанавливаться без ниш. Температура теплоносителя в системах отопления таких зданий ограничивается при наличии взрыво- и пожароопасной пыли 110° С (категории А, Б, Е) и 130° С (категория В).

Отопительные приборы должны быть снабжены экранирующими щитами в помещениях, предназначенных для наполнения и хранения баллонов для всех видов газа (ацетилена, водорода, метана, азота и т. п.), а также в помещениях для хранения легковоспламеняющихся жидкостей, температура вспышки паров которых 28° С и ниже (бензин, бензол и т. п.), самовозгорающихся веществ (целлюлозы, табака и т. п.) и материалов в сгораемой упаковке.

От сгораемых элементов здания отопительные приборы и трубы при расчетной температуре воды $t_г > 105°$ С должны отстоять не менее чем на 50 мм (приборы) и 100 мм (трубы).

При расчетной температуре воды $t_г \leqslant 100°$ С трубы заключаются в гильзы из несгораемых материалов (отходов листовой стали, обрезков труб и т. п.) в местах пересечения ими сгораемых конструкций здания. Установку гильз допускается не предусматривать в местах пересечения перекрытий стояками однотрубных систем с проточными приборами и со смещенными замыкающими участками.

Трубы при расчетной температуре воды $t_г > 105°$ С в местах пересечения ими сгораемых конструкций кроме заключения в гильзы должны быть изолированы листовым асбестом толщиной не менее 5 мм.

Трубами системы отопления допустимо пересекать противопожарные преграды, но с прочной и плотной заделкой зазоров вокруг труб и свободным их расширением по обе стороны преград.

Прокладывать трубы системы отопления в каналах с технологическими трубопроводами, по которым транспортируются горючие жидкости, температура вспышки паров которых ниже 120° С, или горючие и агрессивные пары и газы, не допускается.

Д. Изоляция системы. Отопительные трубы и другие элементы системы необходимо изолировать для сокращения бесполезных теплопотерь и для снижения уровня звукового давления и вибрации в помещениях зданий.

Тепловую изоляцию предусматривают в местах, где возможно увеличение теплопотерь, бесполезных для отопления помещений (например, в холодных чердачных помещениях, в бороздах в наружных стенах, за отопительными панелями, совмещенными с наружными стенами), и где может замерзнуть вода — в трубах (например, близ наружных дверей, ворот и других открываемых наружу проемов), воздухосборниках и расширительном баке. Применяют ее также для поддержания высокой температуры воды в транзитных подающих магистралях; при прокладке отопительных труб в искусственно охлаждаемых помещениях и в помещениях, опасных в отношении воспламенения или взрыва газов, паров, жидкостей и пыли; во избежание перегревания помещений или ожогов людей.

На трубы, поверхность которых является нагревательной для помещений (например, на трубы обратных магистралей в утепленных чердачных и подвальных помещениях, в технических этажах), тепловая изоляция не наносится, если ее отсутствие не вызывает опасности воспламенения материалов или взрыва пыли.

Тепловая изоляция должна обеспечивать коэффициент полезного действия не менее 0,75; выполняют ее из несгораемых материалов в виде конструкции, сводящей к минимуму затраты ручного труда при производстве изоляционных работ и надежной в эксплуатации. Сопротивление теплопроводности слоя изоляции принимается по расчету не менее 1 м²·ч·°С/ккал для труб $d_у \leqslant 25$ мм и 1,42 м²·ч·°С/ккал для труб $d_у > 25$ мм.

На покровно-защитный слой тепловой изоляции наносят цветовые обозначения для каждой из подающих и обратных труб в одном помещении.

Виброзвуковую изоляцию устраивают для помещений с длительным пребыванием людей. Фундаменты центробежных насосов общепромышленного назначения отделяют от конструкций здания и дополняют виброизолирующими амортизаторами. Магистрали системы изолируют от насосов двумя гибкими вставками длиной 900 мм из армированной резины, а в местах пересечения стен и перекрытий снабжают амортизирующими прокладками из резинового полотна или из асбестового картона. Зазоры между трубами, прокладками и строительными конструкциями заполняют упругой мастикой.

В насосном помещении для снижения уровня звукового давления выполняют акустическое покрытие стен и потолка звукопоглощающими плитами или штукатуркой.

В случае, когда вибрация и шум в здании недопустимы даже на низком уровне, насосное помещение устраивают вне здания или проектируют гравитационную систему отопления.

Е. Компенсация теплового удлинения труб. Удлинение стальной трубы при нагревании — приращение ее длины Δl, мм, определяется по формуле

$$\Delta l = 0{,}012\,(t_т - 5)\,l\,, \qquad (13.2)$$

где $t_т$ — расчетная температура воды, °С;

l — длина прямого участка трубы, м.

Для ориентировочных расчетов можно полагать, что при низкотемпературной воде 1 м стальной подающей трубы предельно удлиняется на 1 мм, обратной трубы — на 0,8 мм; при высокой температуре воды труба удлиняется до 1,75 мм на 1 м.

При проектировании системы предусматривается компенсация усилий, возникающих при удлинении труб, с тем чтобы предотвратить недопустимую их деформацию и чтобы напряжение на изгиб в отводах не превосходило 800 кгс/см².

Компенсация удлинения подводок к отопительным приборам делается в горизонтальной однотрубной системе путем их изгиба (добавления уток); между каждыми пятью-шестью приборами вставляются П-образные компенсаторы.

Специальный изгиб подводок необходим также при

длинных гладкотрубных приборах и при установке нескольких отопительных приборов «на сцепке».

Компенсация удлинения вертикальных стояков системы в малоэтажном здании обеспечивается их естественными изгибами в местах присоединения к подающей магистрали (см. рис. 13.15, *а*). В четырех—семиэтажных зданиях делают изгиб стояков также и в местах присоединения их к обратной магистрали (см. рис. 13.15, *б*). В зданиях, имеющих более семи этажей, для компенсации удлинения средней части стояков либо устанавливают П-образные компенсаторы (как и на главном стояке системы), либо выполняют специальные изгибы труб с относом отопительных приборов от оси стояков (см. рис. 13.15, *в*). В этом случае на стояках между компенсаторами устанавливают неподвижные опоры.

Для компенсации удлинения каждого этажестояка в вертикальной однотрубной системе можно использовать его изгибы при смещении замыкающего или обходного участка от оси стояка. Расстояние от стояка до смещенного замыкающего участка или до проточного отопительного прибора должно быть при низкотемпературной воде не менее 200 мм.

Компенсация удлинения магистралей выполняется прежде всего естественными их изгибами, связанными с планировкой здания, и только прямые магистрали значительной длины, особенно при высокой температуре воды, снабжаются П-образными компенсаторами[1]. При проектировании П-образных компенсаторов неподвижные опоры размещают таким образом, чтобы тепловое удлинение участка магистрали между опорами не превышало 50 мм.

Расстояние между подвижными опорами принимают в зависимости от диаметра горизонтальных труб по табл. 13.1 (расстояние указано исходя из напряжения на изгиб 250 кгс/см², возникающего в металле трубы при просадке одной из опор).

ТАБЛИЦА 13.1

РАССТОЯНИЕ МЕЖДУ ПОДВИЖНЫМИ ОПОРАМИ ТРУБ, м

Труба $d_у$, мм	15	20	25	32	40	50
Без тепловой изоляции	2,5	3	3,5	4	4,5	5
С тепловой изоляцией	1,5	2	2	2,5	3	3

Продолжение табл. 13.1

Труба $d_у$, мм	76×3	89×3,5	108×4	133×4	159×5
Без тепловой изоляции	6	6	6,5	7	8
С тепловой изоляцией	4	4	4,5	5	6

Ж. Перемещение и удаление воздушных скоплений. Подпитка водопроводной водой (см. рис. 13.1, *а*) вносит в систему свыше 30 г/т растворенного (абсорбированного) воздуха; подпитка деаэрированной теплофикационной водой (см. рис. 13.1, *б*, *в*) — менее 1 г/т. Растворенный воздух переходит в свободное состояние при повышенной температуре и пониженном давлении воды, т. е. в верхней части подающих теплопроводов системы.

Организация перемещения и сбора свободного воздуха в системе, во избежание нарушения циркуляции воды, особенно важна при подпитке ее недеаэрированной водой.

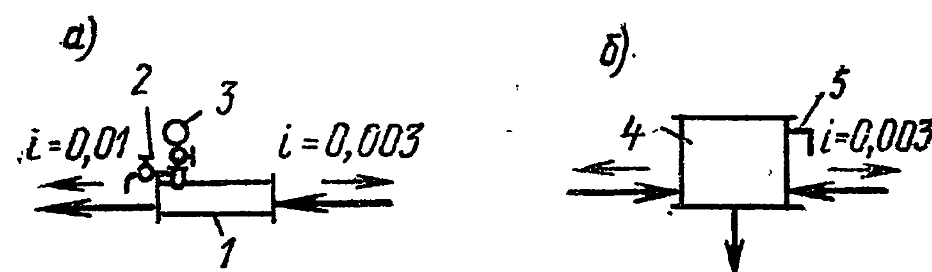


Рис. 13.16. Схемы удаления воздушных скоплений из системы водяного отопления с верхней разводкой магистралей

а — подающей; *б* — обратной; *1* — горизонтальный проточный воздухосборник; *2* — спускной кран; *3* — автоматический воздухоотводчик; *4* — проточный расширительный бак; *5* — переливная труба

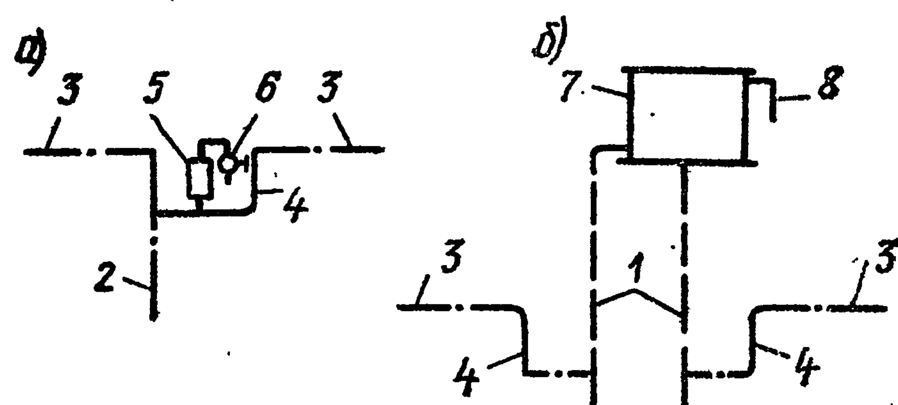


Рис. 13.17. Схемы удаления воздушных скоплений из системы водяного отопления с нижней разводкой

1 — соединительные трубы; *2* — воздушная труба стояка; *3* — воздушные трубы; *4* — воздушная петля; *5* — воздухосборник; *6* — спускной кран; *7* — расширительный бак; *8* — переливная труба

Перемещение и сбор свободного воздуха находятся в зависимости от скорости витания и всплывания воздушных пузырьков. Скорость витания пузырьков воздуха составляет: в вертикальных трубах 0,2—0,25 м/с, в наклонных и горизонтальных трубах 0,1—0,15 м/с. Скорость их всплывания не превышает скорости витания.

В насосной системе с верхней разводкой для перемещения пузырьков воздуха к воздухосборникам уклон магистралей рекомендуется делать против направления движения воды (рис. 13.16, *а*). Также делается уклон обратных магистралей и в насосной системе с опрокинутой циркуляцией воды для перемещения воздушных скоплений к центральному воздухосборнику или к расширительному баку, помещаемому над главным обратным стояком (рис. 13.16, *б*). В гравитационной системе с верхней разводкой допустим уклон (не менее 0,005) магистралей по направлению движения воды (см. рис. 13.1, *в*).

Диаметр проточного воздухосборника должен обеспечивать снижение скорости движения воды до величины менее 0,05 м/с и превышать диаметр магистрали по крайней мере в 2 раза. Длина воздухосборника должна гарантировать всплывание и скопление пузырьков воздуха для последующего удаления их в атмосферу (размеры воздухосборников типизированы).

[1] Справочник проектировщика. Проектирование тепловых сетей. Под ред. А. А. Николаева. М., Стройиздат, 1965.

В стояках насосной однотрубной системы с нижней разводкой скорость движения воды должна быть не менее 0,25—0,3 м/с, с тем чтобы воздушные скопления уносились в зону повышенного гидростатического давления и там абсорбировались. Воздушные краны, устанавливаемые на отопительных приборах верхнего этажа, предназначены для использования при проведении пусконаладочных и ремонтных работ (см. рис. 13.8).

Магистрали систем $d_y > 50$ мм, а также ветви горизонтальных систем независимо от диаметра допускается прокладывать без уклона при скорости движения воды не менее 0,25 м/с.

В двухтрубной системе с нижней разводкой для сбора воздушных скоплений используются отопительные приборы верхнего этажа и воздушные трубы (см. рис. 13.12). В последнем случае воздушные трубы стояков объединяются горизонтальной оцинкованной трубой $d_y = 15$ мм с воздушной петлей $h = 500$ мм, которая соединяется с вертикальным воздухосборником (рис. 13.17, *а*) или с открытым расширительным баком (рис. 13.17, *б*). Воздух, скопившийся в воздухосборниках, выпускают в атмосферу периодически вручную через спускные краны (см. рис. 13.16, *2* и 13.17, *б*) или через автоматические воздухоотводчики (см. рис. 13.16, *3*) поплавково-клапанного типа. Удаление в атмосферу воздуха, поступающего в открытый расширительный бак, происходит непрерывно через переливную трубу.

Воздух, скопившийся в отопительных приборах верхнего этажа, выпускают периодически вручную через бессальниковые воздушные краны $d_y = 15$ мм с поворотным игольчатым штоком, закрывающим отверстие $d = 2$ мм, или через автоматические воздушные краны, действие которых основано на свойстве сухого материала пропускать воздух и задерживать воду и воздух при его увлажнении.

Воздухоотводящие трубки от воздухосборников рекомендуется прокладывать в пределах холодных помещений под слоем общей тепловой изоляции рядом с отопительной магистралью и выводить в отапливаемые помещения (например, в лестничную клетку).

И. Расширительный бак. Расширительные баки (открытые и закрытые) применяют при тепловой мощности систем отопления одного или нескольких зданий до 5 Гкал/ч.

Открытый расширительный бак (рис. 13.18) устанавливают над верхней точкой системы; закрытый, находящийся под избыточным давлением, помещают чаще всего в тепловом пункте. Баки покрываются тепловой изоляцией.

На рис. 13.19 показаны схемы соединения открытого расширительного бака с системой. В насосной системе малоэтажного здания можно использовать схему с выводом контрольной трубы $d_y = 20$ мм и переливной трубы к раковине в тепловом пункте (см. рис. 13.19, *а*). Расширительная и циркуляционная трубы присоединяются к общей обратной магистрали преимущественно вблизи всасывающего патрубка циркуляционного насоса на расстоянии l не менее 2 м одна от другой. Диаметр расширительной трубы 32 мм, циркуляционной 25 мм, переливной 50 мм (для баков общей емкостью менее 500 л диаметры уменьшаются на один торговый размер).

В насосной системе многоэтажного здания переливная труба отводится к чугунному водосточному стояку, а вместо контрольной трубы устанавливают электрическую сигнализацию с автоматическим управлением подпиткой системы с помощью двух реле уровня, соединенных трубой *3'* (см. рис. 13.19, *б*) с баком и атмосферой. В 10—16-этажных зданиях расстояние l (см. рис. 13.19, *а*) может быть сокращено до конструктивно приемлемого минимума, а диаметры расширительной и циркуляционной труб уменьшены до 20—15 мм. При размещении бака в отапливаемом помещении циркуляционную трубу можно не устанавливать.

В гравитационной системе с верхней разводкой открытый расширительный бак присоединяют к высшей точке подающей магистрали (см. рис. 13.19, *в*).

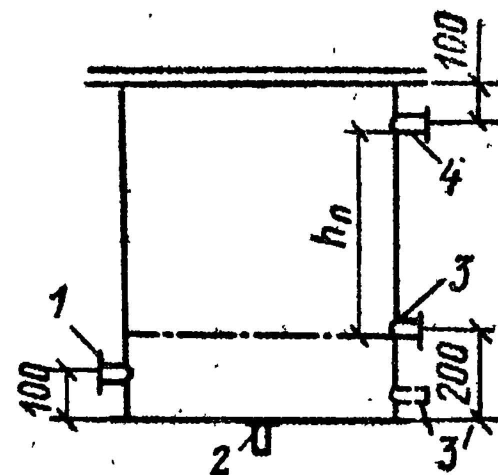


Рис. 13.18. Открытый расширительный бак с патрубками для присоединения к системе

1 — расширительной трубы; *2* — циркуляционной трубы; *3* — контрольной трубы; *3'* — трубы реле уровня; *4* — переливной трубы; $h_п$ — полезная высота бака

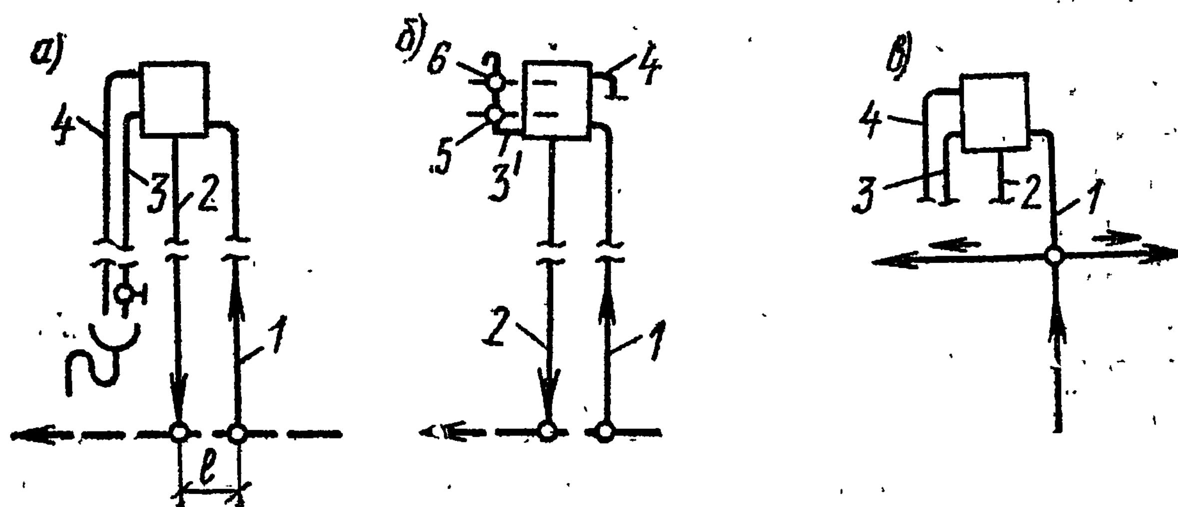


Рис. 13.19. Схемы присоединения открытого расширительного бака к магистрали

а — обратной в насосной системе с ручным контролем; *б* — то же, с автоматизированными сигнализацией и регулированием уровня воды в баке; *в* — подающей в гравитационной системе; *1*—расширительная труба; *2* — циркуляционная труба; *3* — контрольная труба; *3'* — трубы реле уровня; *4* — переливная труба; *5* — реле нижнего уровня воды; *6* — реле верхнего уровня воды

Полезный объем открытого расширительного бака определяют по формулам (размеры баков типизированы):

$$\text{при } t_г = 95° \qquad V_п = 0{,}045 V_c; \quad (13.3а)$$

$$» \quad t_г = 105° \qquad V_п = 0{,}051 V_c; \quad (13.3б)$$

$$» \quad t_г = 130 \cdots 150° \text{C} \qquad V_п = 0{,}06 V_c, \quad (13.3в)$$

где V_c — объем воды в отопительных приборах и трубах системы, л;

$t_г$ — расчетная температура горячей воды в системе.

Объем воды во внутренних теплопроводах принимают на каждую 1000 ккал/ч тепловой мощности системы в размере 8 л при низкой температуре воды и 6 л при высокой температуре воды. Объем воды в наружных теплопроводах определяют по проекту тепловой сети. Объем воды в отопительных приборах приведен в табл. 13.2.

В закрытом расширительном баке воздушная или газовая (азот) подушка отделена от воды мембраной. Объем закрытого расширительного бака при начальном давлении в нем, равном атмосферному, превышает объем открытого бака. Искусственное повышение начального давления воздуха или газа в баке позволяет

ТАБЛИЦА 13.2

ОБЪЕМ ВОДЫ, ПРИХОДЯЩИЙСЯ НА 1000 ккал/ч ТЕПЛОВОЙ МОЩНОСТИ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Прибор	Объем воды, л, при расчетной температуре воды в системе, °С		
	95	105	130—150
Радиатор чугунный секционный М-140-АО высотой 500 мм при схеме движения воды:			
сверху вниз	10	9,3	7,5
снизу вверх	12	11,2	9
Радиатор стальной панельный колончатый	8,25	7,7	6,2
Ребристая труба чугунная круглая	6,5	6	5
Панель бетонная	2	1,85	1,5
Конвектор 20КП	1,25	1,16	1
Конвектор 15КП	0,88	0,82	0,7
Конвектор «Комфорт»	0,8	0,74	0,6
Калорифер	0,5	0,47	0,4
Котел чугунный секционный	3	3	—

уменьшить его объем[1]. Замена сжатого воздуха азотом устраняет абсорбцию воздуха и сводит к минимуму внутреннюю коррозию стальных труб.

13.6. Гидравлический расчет систем отопления

Расчетная температура горячей воды нормируется в зданиях различного назначения в зависимости от санитарно-гигиенических и противопожарных требований с учетом механической прочности используемых отопительных приборов и арматуры.

А. Расчетное циркуляционное давление. В системе отопления давление для создания циркуляции $\Delta p_р$ определяется по формулам:

в насосной вертикальной однотрубной системе

$$\Delta p_р = \Delta p_н + \Delta p_е; \tag{13.4}$$

в насосных двухтрубной и горизонтальной однотрубной системах

$$\Delta p_р = \Delta p_н + 0{,}4\Delta p_е; \tag{13.5}$$

в гравитационной системе

$$\Delta p_р = \Delta p_е, \tag{13.6}$$

где $\Delta p_н$ — давление, создаваемое циркуляционным насосом для обеспечения необходимого расхода воды в системе;

$$\Delta p_е = \Delta p_{е.пр} + \Delta p_{е.тр}. \tag{13.7}$$

Естественное циркуляционное давление, возникающее в расчетном кольце вследствие охлаждения воды в трубах, $\Delta p_{е.тр}$ находится по рис. 46.1 или по формуле (при n участках в кольце)

$$\Delta p_{е.тр} = \sum^{n} h_i (\gamma_{i+1} - \gamma_i), \tag{13.8}$$

где h_i — вертикальное расстояние между условными центрами охлаждения i-го участка и нагревания, м;

γ_{i+1}, γ_i — объемная масса воды при температуре в конце t_{i+1} и в начале t_i того же участка, кг/м³.

В насосных системах с нижней разводкой величиной $\Delta p_{е.тр}$ можно пренебрегать.

Естественное циркуляционное давление, возникающее в расчетном кольце вследствие охлаждения воды в отопительных приборах $\Delta p_{е.пр}$, определяется по следующим формулам.

В однотрубной системе (при n приборах в стояке, входящем в расчетное кольцо)

$$\Delta p_{е.пр} \approx \frac{\beta}{c\,G_{ст}} \sum^{n} (Q_i h_i), \tag{13.9}$$

где Q_i — тепловая нагрузка i-го отопительного прибора в стояке, ккал/ч;

h_i — вертикальное расстояние между условными центрами охлаждения в стояке для того же прибора и нагревания (середина высоты теплообменника или котла, точка смешения воды на вводе теплопроводов и т. п.), м; центры охлаждения воды в стояках на рис. 13.7—13.9 помечены черными точками; расстояния h_1, h_2 и h_n показаны на рис. 13.9 (можно отсчитывать от обратной магистрали системы);

c — теплоемкость воды, принимаемая равной 1 ккал/(кг·°С);

β — среднее увеличение объемной массы при уменьшении температуры воды на 1° (табл. 13.3);

ТАБЛИЦА 13.3

ЗНАЧЕНИЕ β В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РАСЧЕТНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ В СИСТЕМЕ ОТОПЛЕНИЯ

$t_г - t_о$, °С	β, кг/(м³·°С)	$t_г - t_о$, °С	β, кг/(м³·°С)
85—65	0,6	115—70	0,68
95—70	0,64	130—70	0,72
105—70	0,66	150—70	0,76

$G_{ст}$ — расход воды в стояке, кг/ч; при гидравлическом расчете системы с равными перепадами температуры в стояках

$$G_{ст} = \frac{\sum^{n} Q_i}{c\Delta t_c}, \tag{13.10}$$

здесь $\Delta t_c = t_г - t_о$ — расчетный перепад температуры воды в системе, °С.

В двухтрубной системе в расчетном кольце через прибор нижнего этажа

$$\Delta p_{е.пр} = h_1 (\gamma_о - \gamma_г) \approx \beta h_1 (t_г - t_о), \tag{13.11}$$

где h_1 — вертикальное расстояние между условными центрами: охлаждения в отопительном приборе нижнего этажа и нагревания в системе, м.

В насосных системах допускается не учитывать $\Delta p_е$, если оно составляет менее 10% от $\Delta p_н$.

[1] Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха. Справочное руководство. Пер. с англ. М., Госстройиздат, 1963.

Величина насосного циркуляционного давления $\Delta p_н$ выбирается:

а) для зависимой системы отопления без смешения (см. рис. 13.1, *д*), а также со смесительным насосом на перемычке (см. рис. 13.4, *а*) — в зависимости от располагаемой разности давления $p_1—p_2$ [см. формулу (13.1)] в точке ввода наружных теплопроводов в здание (с ограничением, если это требуется, скорости движения воды в трубах — см. табл. 13.4);

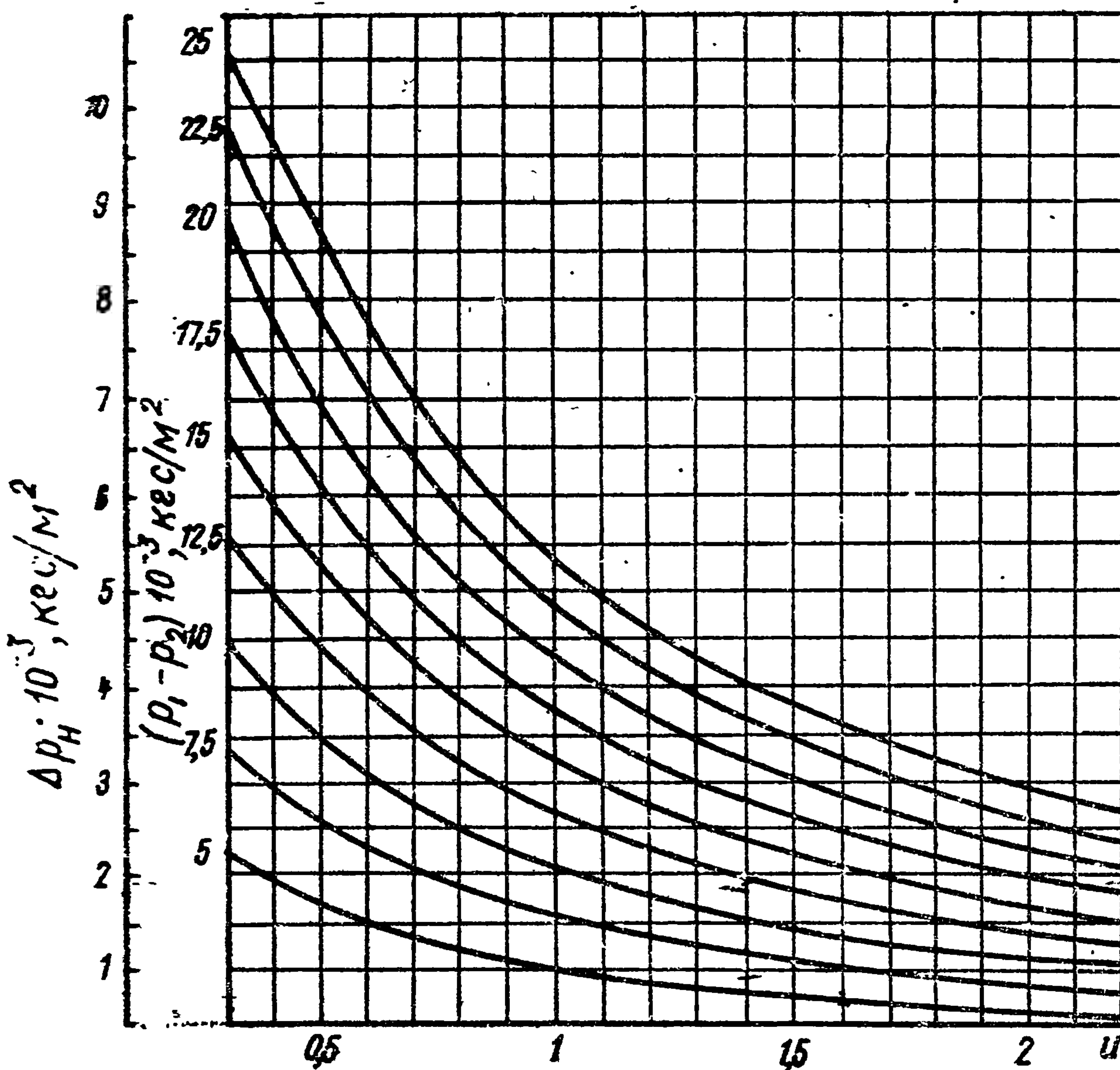


Рис. 13.20 Кривые для выбора насосного циркуляционного давления $\Delta p_н$ в зависимой системе отопления со смешением в элеваторе
u — коэффициент смешения

ТАБЛИЦА 13.4

ПРЕДЕЛЬНАЯ СКОРОСТЬ ДВИЖЕНИЯ ВОДЫ, м/с, В ТЕПЛОПРОВОДАХ

В помещениях жилых и общественных зданий		В зданиях промышленных предприятий	
основных	вспомогательных	вспомогательных	производственных
1*	1,5	2	3

* 1,2 м/с при $d_у$ =15 мм и 1,5 м/с при $d_у \leqslant 10$ мм.

б) для зависимой системы отопления со смешением в элеваторе (см. рис. 13.1, *г* и 13.5) — исходя из располагаемой разности давления $p_1—p_2$ и коэффициента смешения элеватора (см. главу 24) определяется по рис. 13.20;

в) при местном теплоснабжении (см. рис. 13.1, *а*) с перспективой элеваторного присоединения к теплофикационной сети — исходя из предполагаемой разности давления в точке будущего ввода теплопроводов $p_1—p_2=(10...12)10^3$ кгс/м² (напор 10—12 м вод. ст.) и коэффициента смешения элеватора определяется по рис. 13.20;

ТАБЛИЦА 13.5

УДЕЛЬНОЕ ДИНАМИЧЕСКОЕ ДАВЛЕНИЕ И ПРИВЕДЕННЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ ТРЕНИЯ ДЛЯ ТРУБ СИСТЕМ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ

ГОСТ	Диаметр трубы, мм: условного прохода	наружный	внутренний	$\frac{G}{v}$, $\frac{кг/ч}{м/с}$	$A \cdot 10^4$, $\frac{кгс/м^2}{(кг/ч)^2}$	Среднее значение $\frac{\lambda}{d_в}$, м⁻¹
3262—62	10	17	12,6	425	2,7	3,6
	15	21,3	15,7	690	1,08	2,7
	20	26,8	21,2	1 250	0,325	1,8
	25	33,5	27,1	2 000	0,125	1,4
	32	42,3	35,9	3 500	0,04	1
	40	48	41	4 650	0,0235	0,8
	50	60	53	7 800	0,0084	0,55
10704—63*	50	57	49	6 600	0,0115	0,6
	70	76	70	13 400	$0,274 \cdot 10^{-2}$	0,4
	80	89	82	18 400	$0,145 \cdot 10^{-2}$	0,3
	100	108	100	27 600	$0,0655 \cdot 10^{-2}$	0,23
	125	133	125	43 000	$0,027 \cdot 10^{-2}$	0,18
	150	159	149	61 000	$0,0138 \cdot 10^{-2}$	0,15

Примечание. Под v понимается скорость теплоносителя в рассчитываемом участке теплопровода, м/с.

г) для независимой системы отопления (см. рис. 13.1, *б*), для зависимой системы со смесительным насосом на обратной или подающей магистрали (см. рис. 13.4, *б*), а также при местном теплоснабжении (см. рис. 13.1, *а*) без перспективы присоединения к теплофикационной сети — исходя из потери давления в системе при предельно допустимой скорости движения воды в трубах (см. табл. 13.4) и технико-экономического расчета;

д) в северной строительно-климатической зоне — не более 800 кгс/м².

Б. Методы гидравлического расчета системы. Гидравлический расчет труб выполняется двумя методами: по внутреннему диаметру труб или по заданному расходу воды в трубах.

Перепады температуры воды в стояках системы в первом случае получаются неравными (допускается отклонение на ±15% от $\Delta t_с$ при $t_о$ от отдельных стояков не ниже 60° С), во втором случае принимаются равными $\Delta t_с$.

При гидравлическом расчете по *первому методу* линейная (на трение) и местная (на местные сопротивления) потеря давления, кгс/м², на участке теплопровода находится по формуле

$$\Delta p = SG^2, \qquad (13.12)$$

где G — расход воды в рассчитываемом участке, кг/ч;

S — характеристика сопротивления участка, $\frac{кгс/м^2}{(кг/ч)^2}$ равная потере давления в нем при расходе 1 кг/ч:

$$S = A\zeta' = A\left(\frac{\lambda}{d_в} l + \Sigma\zeta\right); \qquad (13.13)$$

ЗНАЧЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОПРОТИВЛЕНИЯ

$d_у = 10$ ($d_в = 12,6$ мм)

Σζ / l, м	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	—	27	54	81	108	135	162	189	216	243	270
1	92	119	146	173	200	227	254	281	308	335	362
2	184	211	238	265	292	319	346	373	400	427	454
3	276	303	330	357	384	411	438	465	492	519	546
4	368	395	422	449	476	503	530	557	584	611	638
5	460	487	514	541	568	595	622	649	678	703	730
6	552	575	606	633	660	687	714	741	768	795	822
7	644	671	698	725	752	779	806	833	860	887	914
8	736	765	790	817	844	871	898	925	952	979	1006
9	828	855	882	909	936	963	990	1017	1044	1071	1098
10	920	947	974	1001	1028	1055	1082	1109	1136	1163	1190

$d_у = 15$

Σζ / l, м	0	1	2	3	4	5
0	—	10,8	21,6	32	43	54
1	29	40	50	61	72	83
2	58	69	80	91	102	113
3	87	98	109	120	131	142
4	116	127	138	149	160	171
5	146	157	167	179	189	200
6	175	186	196	207	218	229
7	204	215	226	237	248	258
8	233	244	255	266	277	288
9	262	273	284	296	306	317
10	292	303	313	324	335	346

$d_у = 25$ ($d_в = 27,1$ мм)

Σζ / l, м	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	—	1,2	2,5	3,7	5	6,2	7,5	8,7	10	11,2	12,5
1	1,7	3	4,2	5,5	6,7	8	9,2	10,5	11,7	13	14,2
2	3,5	4,7	6	7,2	8,5	9,7	11	12,2	13,5	14,7	16
3	5,2	6,6	7,7	9	10,2	11,5	12,7	14	15,2	16,5	17,7
4	7	8,2	9,5	10,7	12	13,2	14,5	15,7	17	18,2	19,5
5	8,7	10	11,2	12,5	13,7	15	16,2	17,5	18,7	20	21,2
6	10,5	11,7	13	14,2	15,5	16,7	18	19,2	20,5	21,7	23
7	12,2	13,5	14,7	16	17,2	18,5	19,7	21	22	23	24
8	14	15,2	16,5	17,7	19	20,2	21,5	22,7	24	25,2	26,5
9	15,7	17	18,2	19,5	20,7	22	23,2	24,5	25,7	27	28,2
10	17,5	18,7	20	21,2	22,5	23,7	25	26,2	27,5	28,7	30

$d_у = 32$

Σζ / l, м	0	1	2	3	4	5
0	—	0,4	0,8	1,2	1,6	2
1	0,4	0,8	1,2	1,6	2	2,4
2	0,8	1,2	1,6	2	2,4	2,8
3	1,2	1,6	2	2,4	2,8	3,2
4	1,6	2	2,4	2,8	3,2	3,6
5	2	2,4	2,8	3,2	3,6	4
6	2,4	2,8	3,2	3,6	4	4,4
7	2,8	3,2	3,6	4	4,4	4,8
8	3,2	3,6	4	4,4	4,8	5,2
9	3,6	4	4,4	4,8	5,2	5,6
10	4	4,4	4,8	5,2	5,6	6

$d_у = 50$ ($d_в = 53$ мм)

Σζ / l, м	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	—	0,084	0,168	0,25	0,34	0,42	0,5	0,59	0,67	0,76	0,84
1	0,046	0,13	0,21	0,3	0,38	0,47	0,55	0,63	0,72	0,8	0,89
2	0,092	0,18	0,26	0,34	0,43	0,51	0,6	0,68	0,76	0,85	0,93
3	0,14	0,22	0,31	0,39	0,48	0,56	0,64	0,73	0,81	0,9	0,98
4	0,18	0,26	0,35	0,43	0,52	0,6	0,68	0,77	0,85	0,94	1,02
5	0,23	0,31	0,4	0,48	0,57	0,65	0,73	0,82	0,9	0,99	1,07
6	0,28	0,36	0,45	0,53	0,62	0,7	0,78	0,87	0,95	1,04	1,12
7	0,32	0,4	0,49	0,57	0,66	0,74	0,82	0,91	0,99	1,08	1,16
8	0,37	0,45	0,54	0,62	0,71	0,79	0,87	0,96	1,04	1,13	1,21
9	0,41	0,49	0,58	0,66	0,75	0,83	0,91	1	1,08	1,17	1,25
10	0,46	0,54	0,63	0,71	0,8	0,88	0,96	1,05	1,13	1,22	1,3

$d_у = 70$

Σζ / l, м	0	1	2	3	4	5
0	—	0,027	0,054	0,081	0,108	0,135
1	0,0108	0,038	0,065	0,092	0,12	0,15
2	0,022	0,049	0,076	0,103	0,13	0,16
3	0,032	0,059	0,086	0,11	0,14	0,17
4	0,043	0,07	0,097	0,12	0,15	0,18
5	0,054	0,081	0,108	0,14	0,16	0,19
6	0,065	0,092	0,12	0,15	0,17	0,2
7	0,076	0,1	0,13	0,16	0,18	0,21
8	0,086	0,11	0,14	0,17	0,19	0,22
9	0,097	0,12	0,15	0,18	0,21	0,23
10	0,108	0,14	0,16	0,19	0,22	0,24

s^* при $d_у = 100$ ($d_в = 100$ мм)

Σζ / l, м	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	—	0065	013	02	026	033	039	046	052	059	065
1	0015	008	015	021	028	034	041	047	054	06	067
2	003	01	016	023	029	036	042	049	055	062	068
3	0045	011	018	024	031	037	044	05	057	063	07
4	0060	013	019	026	032	039	045	052	058	065	071
5	0075	014	021	027	034	04	047	053	06	066	073
6	0090	015	022	029	035	042	048	055	061	068	074
7	0105	017	024	03	037	043	05	056	063	069	076
8	012	019	025	032	038	045	051	058	064	071	077
9	014	021	027	034	04	047	053	06	066	073	079
10	015	022	028	035	041	048	054	061	067	074	08

s^* при $d_у = 125$

Σζ / l, м	0	1	2	3	4	5
0	—	0027	0054	0081	011	014
1	00085	0036	0063	0090	012	014
2	0017	0044	0071	0098	013	015
3	0026	0053	008	011	013	016
4	0034	0061	0088	012	014	017
5	0043	007	0097	012	015	018
6	0051	0078	011	013	016	019
7	006	0087	011	014	017	02
8	0068	0095	012	015	018	02
9	0077	01	013	016	019	021
10	0085	011	014	017	019	022

* Значения s меньше единицы; в целях экономии места нуль и запятая не показаны.

ТАБЛИЦА 13.6

$s = S \cdot 10^5$ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ $d_в$, l И $\Sigma\zeta$

6	7	8	9	10	$\Sigma\zeta$ / l, м	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
($d_в$ = 15,7 мм)					$d_у$ = 20 ($d_в$ = 21,2 мм)											
65	76	86	97	108	0	—	3,2	6,5	9,7	13	16,2	19	22,7	25	29	32
94	105	116	126	137	1	5,8	9,1	12	16	19	22	25	29	32	35	38
123	134	144	156	166	2	11,7	15	18	21	25	28	31	34	38	41	44
152	163	174	185	196	3	17,5	21	24	27	30	34	37	40	43	47	50
182	192	203	214	225	4	23,4	27	30	33	36	40	43	46	49	53	56
211	221	232	243	254	5	29,2	32	36	39	42	45	49	52	55	58	62
240	251	262	273	283	6	35	38	42	45	48	51	55	58	61	64	68
270	280	291	302	313	7	41	44	47	51	54	57	60	64	67	70	73
298	309	321	331	342	8	47	50	53	56	60	63	66	69	73	76	79
328	338	349	360	371	9	53	56	59	62	66	69	72	75	79	82	85
357	368	378	389	400	10	58	62	65	68	71	75	78	81	84	88	91

6	7	8	9	10	$\Sigma\zeta$ / l, м	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
($d_в$ = 35,9 мм)					$d_у$ = 40 ($d_в$ = 41 мм)											
2,4	2,8	3,2	3,6	4	0	—	0,23	0,46	0,69	0,92	1,1	1,4	1,6	1,8	2,1	2,3
2,8	3,2	3,6	4	4,4	1	0,18	0,4	0,6	0,9	1,1	1,3	1,6	1,8	2	2,2	2,5
3,2	3,6	4	4,4	4,8	2	0,37	0,6	0,8	1,1	1,3	1,5	1,7	2	2,2	2,4	2,7
3,6	4	4,4	4,8	5,2	3	0,55	0,8	1	1,2	1,5	1,7	1,9	2,2	2,4	2,6	2,8
4	4,4	4,8	5,2	5,6	4	0,74	1	1,2	1,4	1,7	1,9	2,1	2,3	2,6	2,8	3
4,4	4,8	5,2	5,6	6	5	0,92	1,1	1,4	1,6	1,8	2,1	2,3	2,5	2,8	3	3,2
4,8	5,2	5,6	6	6,4	6	1,1	1,3	1,6	1,8	2	2,2	2,5	2,7	2,9	3,2	3,4
5,2	5,6	6	6,4	6,8	7	1,29	1,5	1,7	2	2,2	2,4	2,7	2,9	3,1	3,4	3,6
5,6	6	6,4	6,8	7,2	8	1,47	1,7	1,9	2,2	2,4	2,6	2,8	3,1	3,3	3,5	3,8
6	6,4	6,8	7,2	7,6	9	1,66	1,9	2,1	2,3	2,6	2,8	3	3,3	3,5	3,7	4
6,4	6,8	7,2	7,6	8	10	1,84	2,1	2,3	2,5	2,8	3	3,2	3,4	3,7	3,9	4,1

6	7	8	9	10	$\Sigma\zeta$ / l, м	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
($d_в$ = 70 мм)					$d_у$ = 80 ($d_в$ = 82 мм)											
0,162	0,189	0,216	0,243	0,27	0	—	0,0145	0,029	0,044	0,058	0,073	0,087	0,102	0,116	0,131	0,145
0,17	0,2	0,23	0,25	0,28	1	0,0043	0,019	0,033	0,048	0,062	0,077	0,091	0,11	0,12	0,13	0,15
0,18	0,21	0,24	0,27	0,29	2	0,0086	0,023	0,038	0,052	0,067	0,081	0,096	0,11	0,12	0,14	0,15
0,19	0,22	0,25	0,28	0,3	3	0,013	0,028	0,042	0,057	0,071	0,086	0,1	0,11	0,13	0,14	0,16
0,21	0,23	0,26	0,29	0,31	4	0,017	0,032	0,046	0,061	0,075	0,09	0,1	0,12	0,13	0,15	0,16
0,22	0,24	0,27	0,3	0,32	5	0,022	0,037	0,051	0,066	0,08	0,095	0,11	0,12	0,14	0,15	0,17
0,23	0,25	0,28	0,31	0,34	6	0,026	0,041	0,055	0,07	0,084	0,099	0,11	0,13	0,14	0,16	0,17
0,24	0,27	0,29	0,32	0,35	7	0,03	0,045	0,059	0,074	0,088	0,1	0,12	0,13	0,15	0,16	0,18
0,25	0,28	0,3	0,33	0,36	8	0,034	0,049	0,063	0,078	0,092	0,11	0,12	0,14	0,15	0,16	0,18
0,26	0,29	0,31	0,34	0,37	9	0,039	0,054	0,068	0,083	0,097	0,11	0,13	0,14	0,16	0,17	0,18
0,27	0,3	0,32	0,35	0,38	10	0,043	0,058	0,072	0,087	0,1	0,12	0,13	0,14	0,16	0,17	0,19

6	7	8	9	10	$\Sigma\zeta$ / l, м	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
($d_в$ = 125 мм)					s* при $d_у$ = 150 ($d_в$ = 149 мм)											
016	019	022	024	027	0	—	0014	0028	0042	0056	007	0084	0098	011	013	014
017	02	022	025	028	1	00027	0017	0031	0045	0059	0073	0087	0098	011	013	014
018	021	023	026	029	2	00054	0019	0033	0047	0061	0075	0089	01	012	013	015
019	022	024	027	03	3	00081	0022	0036	005	0064	0078	0092	011	012	013	015
02	022	025	028	03	4	0011	0025	0039	0053	0067	0081	0095	011	012	014	015
021	023	026	029	031	5	0014	0028	0042	0056	007	0084	0098	011	013	014	015
021	024	027	029	032	6	0016	003	0044	0058	0072	0086	01	011	013	014	016
022	025	028	03	033	7	0019	0035	0047	0061	0075	0089	01	012	013	015	016
023	026	028	031	034	8	0022	0036	005	0064	0078	0092	011	012	013	015	016
024	027	029	032	035	9	0024	0038	0052	0066	008	0094	011	012	014	015	016
025	027	03	033	036	10	0027	0041	0055	0069	0083	0097	011	013	014	015	017

здесь A — удельное динамическое давление в участке, $\frac{\text{кгс/м}^2}{(\text{кг/ч})^2}$, возникающее при протекании 1 кг воды в 1 ч; принимается по табл. 13.5 или вычисляется по формуле

$$A = \frac{16}{3600^2 \cdot 2g\pi^2 d_в^4 \gamma}; \qquad (13.14)$$

ζ' — приведенный коэффициент сопротивления участка;

$d_в$ и l — внутренний диаметр и длина участка, м;

$\lambda/d_в$ — приведенный коэффициент гидравлического трения, определяющий линейную потерю давления на 1 м трубы в долях динамического давления; принимается по табл. 13.5;

$\Sigma\zeta$ — сумма коэффициентов местных сопротивлений на участке, выражающая местную потерю давления в долях динамического давления; принимается по табл. 46.12—46.20;

γ — средняя объемная масса воды, кг/м³.

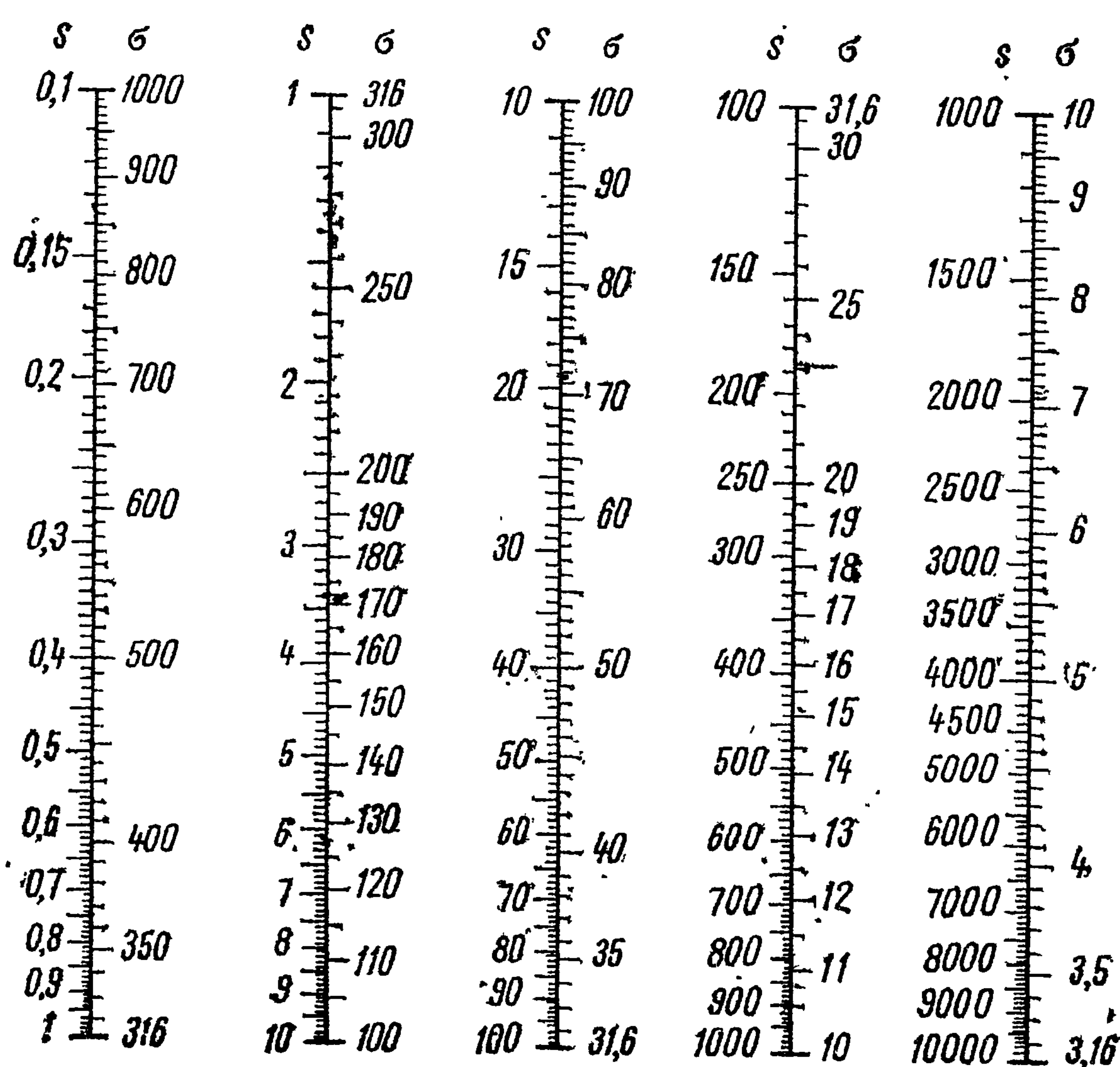


Рис. 13.21. Шкала соотношения характеристики сопротивления s и проводимости σ труб

Потеря давления, кгс/м², на участке может определяться также по формуле

$$\Delta p = \left(\frac{G}{\sigma}\right)^2, \qquad (13.12а)$$

где σ — проводимость участка, $\frac{\text{кг/ч}}{(\text{кгс/м}^2)^{0,5}}$, равная расходу воды при потере давления на участке 1 кгс/м²:

$$\sigma = \frac{1}{\sqrt{S}}. \qquad (13.15а)$$

Для удобства расчетов значения характеристики сопротивления (именуемой в дальнейшем просто сопротивлением), увеличенные в 10^5 раз и обозначенные s (т. е. $s = S \cdot 10^5$) даны в табл. 13.6. Проводимость участка при известном значении его сопротивления из табл. 13,6 определяется по формуле

$$\sigma = \frac{316,2}{\sqrt{s}}. \qquad (13.15б)$$

Соотношение между сопротивлением s и проводимостью σ определяется по шкале s—σ (рис. 13.21).

Пример 13.1. Определить величину потери давления на участке $d_у = 20$ мм, $l = 5$ м, $\Sigma\zeta = 4$ с расходом воды $G = 500$ кг/ч.

По табл. 13.6 для диаметра $d_у = 20$ мм находим сопротивление $s = 42$. По шкале s—σ (см. рис. 13.21) значению $s = 42$ соответствует проводимость $\sigma = 48,7$. Потеря давления на участке по формуле (13.12а) составляет:

$$\Delta p = \left(\frac{500}{48,7}\right)^2 = 105 \text{ кгс/м}^2.$$

Суммарное сопротивление последовательно соединенных участков и узлов труб вычисляется сложением сопротивлений отдельных участков и узлов:

$$s_{сум} = \Sigma s_{уч} + \Sigma s_{уз}, \qquad (13,16)$$

где

$$\Sigma s_{уч} = s_1 + s_2 + \cdots + s_n;$$

$$\Sigma s_{уз} = s_{уз_1} + s_{уз_2} + \cdots + s_{уз_n}.$$

Сопротивление узла, состоящего из n параллельно соединенных участков, находится по формуле

$$s_{уз} = \frac{10^5}{(\Sigma\sigma_{уч})^2} = \frac{10^5}{(\sigma_1 + \sigma_2 + \cdots + \sigma_n)^2}. \qquad (13.17)$$

Коэффициент затекания воды в один из n параллельно соединенных участков выражается формулой

$$\alpha_i = \frac{\sigma_i}{\Sigma\sigma_{уч}} = \frac{1}{1 + \frac{\sigma_2 + \cdots + \sigma_n}{\sigma_i}}. \qquad (13.18)$$

При гидравлическом расчете данным методом внутренний диаметр труб может подбираться сопоставлением ориентировочного расхода воды [по формуле (13.20)] с максимально допустимым расходом, вычисляемым по отношению G/v, взятому из табл. 13.5, при скорости движения воды, указанной в табл. 13.4.

При гидравлическом расчете по *второму методу* линейная (на трение) и местная (на местные сопротивления) потеря давления на участке труб находится по формуле

$$\Delta p = Rl + Z, \qquad (13.19)$$

где R — удельная линейная потеря давления на 1 м трубы, кгс/м²; определяется по табл. 46.1 и 46.2 в зависимости от заданного расхода воды G_i, кг/ч, рассчитываемого по формуле, аналогичной формуле (13.10),

$$G_i = \frac{Q_i}{c\Delta t_c}; \qquad (13.20)$$

l — длина рассчитываемого участка, м;

Z — местная потеря давления на участке, кгс/м²; определяется по табл. 46.3.

По второму методу рассчитываются насосные и гравитационные двухтрубные системы отопления; однотрубные системы рассчитываются по первому и второму методу.

13.7. Гидравлический расчет вертикальной однотрубной тупиковой системы

Распределение воды по стоякам определяется по проводимости труб.

А. Особенности конструирования системы. В вертикальной однотрубной системе применяют приборные узлы и стояки, изображенные на рис. 13.7—13.9. Конструкцию стояков и диаметры труб в одной системе рекомендуется унифицировать. Для увеличения проводимости отдельных стояков с повышенной тепловой нагрузкой можно использовать: приборные узлы с замыкающими участками (см. рис. 13.7—13.9); парные стояки с отопительными приборами, присоединенными через этаж; стояки с параллельной транзитной линией до среднего этажа (Ч-образные стояки); П-образные стояки с транзитной подъемной частью (см. рис. 13.8, *в*); стояки с одной подъемной и двумя опускными частями (Т-образные стояки).

Систему, во избежание повторного гидравлического расчета, конструируют после проведения прикидочного расчета потери давления в выбираемых стояках.

Ориентировочная потеря давления в стояке, кгс/м², определяется по формуле

$$\Delta p'_{ст} = \left(\frac{G_c}{\Sigma\sigma'_{ст}}\right)^2, \qquad (13.21)$$

причем это значение для тепловой надежности действия рекомендуется получать в пределах 70—80% общей потери давления в системе (в системе с попутным движением воды — от общей потери давления в стояке и в двух прилежащих к нему участках подающей и обратной магистралей).

В формуле (13.21):

G_c — расход воды в системе, кг/ч, находится по формуле (13.20);

$\Sigma\sigma'_{ст}$ — суммарная ориентировочная проводимость всех стояков системы;

$\sigma'_{ст}$ — ориентировочная проводимость одного стояка:

$$\sigma'_{ст} = \sigma_p\, k_1\, k_2\, k_3\,; \qquad (13,22)$$

здесь σ_p — проводимость стояка $d_у = 20$ мм с радиаторными проточно-регулируемыми узлами, принимаемая по табл. 13.7 в зависимости от числа последовательно соединенных этажестояков.

k_1 — поправочный коэффициент: для радиаторов — 1; конвекторов КП, «Прогресс», «Аккорд» — 0,85; конвекторов «Комфорт»—0,65;

k_2 — поправочный коэффициент для схемы и диаметра стояка: для прямого или П-образного стояка с односторонним присоединением отопительных приборов —1; для П-образного стояка с транзитной подъемной частью — 1,2; для Ч-образного стояка — 1,3; для Т-образного стояка — 1,7; для парного стояка — 2,2; при двустороннем присоединении отопительных приборов и диаметре труб стояка и подводок ($d_{ст} \times d_п$): 20×15 мм $k_2 = 0{,}9$; 25×15 — 0,97; 32×15 — 1; 20×20 — 1,34; 25×20 — 1,66; 32×20 — 1,82;

k_3 — поправочный коэффициент: для приборного узла с трехходовым краном — 1; то же, с проходным краном при осевом замыкающем участке — 1.7; то же, с проходным краном при смещенном замыкающем участке — 1,25.

ТАБЛИЦА 13.7

ПРОВОДИМОСТЬ СТОЯКА $d_у = 20$ мм С ОДНОСТОРОННИМИ РАДИАТОРНЫМИ ПРОТОЧНО-РЕГУЛИРУЕМЫМИ УЗЛАМИ

Число этажей n	Проводимость σ_p	Число этажей n	Проводимость σ_p
3	21	15	11
4	20	16	10,5
5	18	17	10
6	16,5	18	10
7	15	19	10
8	14,5	20	9,5
9	14	21	9
10	13	22	9
11	12,5	23	9
12	12	24	9
13	11,5	25	8,5
14	11		

Примечание. Для стояка $d_у = 15$ мм проводимость уменьшается в 2 раза.

Диаметры труб стояков с движением воды снизу вверх в смещенных замыкающих участках (см. узлы приборов второго этажа на рис. 13.8 и 13.9) выбираются с учетом как максимального (по данным табл. 13.4 и 13.5), так и минимального расхода воды в них (табл. 13.8).

ТАБЛИЦА 13.8

МИНИМАЛЬНЫЙ РАСХОД ВОДЫ И ДИАМЕТР ТРУБ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ОДНОТРУБНЫХ СТОЯКОВ ПРИ РАДИАТОРНЫХ УЗЛАХ СО СМЕЩЕННЫМИ ЗАМЫКАЮЩИМИ УЧАСТКАМИ (ВЫСОТОЙ ДО 0,5 м)

Расчетная температура воды в системе $t_г - t_о$, °С	Минимальный расход воды $G_{ст}$, кг/ч	Условный диаметр труб, мм		
		стояка	замыкающего участка	подводки
95—70 105—70	200 220	15	15	15
95—70 105—70	150 170	20	15	20
95—70 105—70	330 360	25	20	25

При необходимости обеспечить унос воздушных скоплений из верхней части стояков с нижней разводкой магистралей следует ориентироваться на минимальный расход воды в стояках: $d_у = 15$ мм — 140; $d_у = 20$ мм — 250; $d_у = 25$ мм — 400 кг/ч.

Распределяя тепловую нагрузку по стоякам системы, рекомендуется придерживаться отношения

$$\frac{Q_{ст.б}}{\sigma'_{ст.б}} : \frac{Q_{ст.м}}{\sigma'_{ст.м}} \leqslant 1{,}4, \qquad (13.23)$$

где $Q_{ст.б}$ и $Q_{ст.м}$ — наибольшая и наименьшая тепловая нагрузка стояков в системе, ккал/ч;

$\sigma'_{ст.б}$ и $\sigma'_{ст.м}$ — ориентировочная проводимость стояков соответственно с наибольшей и с наименьшей тепловой нагрузкой, определяемая по формуле (13.22).

ТАБЛИЦА 13.9

ХАРАКТЕРИСТИКА СОПРОТИВЛЕНИЯ ТРУБНЫХ УЗЛОВ СТОЯКОВ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ОДНОТРУБНОЙ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

Номер узла	Наименование узла	Эскиз узла	Диаметр трубы $d_у$, мм	$s_{уз}$, $\frac{кгс/м^2}{(кг/ч)^2}$
1	Присоединение к подающей магистрали		15	$\frac{262}{128}$
			20	$\frac{57}{29}$
			25	$\frac{20}{10,6}$
2	Присоединение к обратной магистрали		15	$\frac{221}{86}$
			20	$\frac{44}{16}$
			25	$\frac{15}{5,6}$
3	Этажестояк с односторонним присоединением прибора		15	113
			20	23
			25	8
4	Этажестояк с двусторонним присоединением приборов		15	97
			20	21
			25/20 (d_1/d_2)	12
			25	7
5	Подводки в верхнем этаже П-образного стояка		15	52
			20	12
			25	4

Продолжение табл. 13.9

Номер узла	Наименование узла	Эскиз узла	Диаметр трубы $d_у$, мм	$s_{уз}$, $\frac{кгс/м^2}{(кг/ч)^2}$
6	Прямой стояк длиной 1 м (добавка к узлам № 1—5)		15	29,2
			20	5,85
			25	1,75

Примечания: 1. В эскизах сплошными линиями показаны элементы, сопротивление которых включено в $s_{уз}$.
2. При длине трубы, отличающейся от указанной в эскизах узлов *1—5*, в $s_{уз}$ вносится поправка по узлу *6*.
3. Для узлов *1* и *2* в числителе дано $s_{уз}$ при вентиле, в знаменателе — при проходном кране.

Проверять возможность размещения отопительных приборов в отведенных для них местах следует для одного-двух приборов с наибольшей тепловой нагрузкой в стояке с наименьшим расходом воды, удаленном от головной подающей магистрали. Ориентировочный расход воды в таком стояке с проводимостью $\sigma'_{ст}$ может быть найден из выражения [см. формулу (13.21)]

$$G'_{ст} = \frac{G_с}{\Sigma\sigma'_{ст}} \sigma'_{ст}. \quad (13.24)$$

В системе с отопительными приборами, имеющими греющие трубы $d_у = 15...20$ мм (с конвекторами, змеевиковыми панелями и т. п.), при конструировании определяется ориентировочная площадь нагревательной поверхности и размер этих приборов. Ориентировочный расчет (с использованием табл. 12.3) проводится для трех стояков: одного в каждой из трех групп стояков — с максимальной, со средней и с минимальной тепловой нагрузкой [по расходу воды, вычисляемому по выражению (13.24)]. Полученная плотность теплового потока $q_э$ для отопительных приборов (на каждом этаже) этих трех стояков принимается за исходную для определения площади нагревательной поверхности соответствующих приборов остальных стояков в этих трех группах.

Диаметр участков магистралей назначается исходя из предельно допустимой скорости движения воды, на основании опыта предыдущих расчетов, по конструктивным соображениям и т. д.

При заданной величине потери давления в системе предварительный выбор диаметра участков магистралей делается по табл. 13.6. Выбирается тот диаметр, для которого табличное значение сопротивления s при $l = 10$ м и $\zeta = 0$ ближе всего подходит к величине s_{10}, определяемой для каждого участка по формуле

$$s_{10} = \frac{\left[\left(\frac{316}{G_{g,о}}\right)^2 \Delta p_р - 250\right] 10}{\left(\Sigma l_{маг} + \Sigma\zeta\right) \bar{g}^2_{уч}}, \quad (13.25)$$

где $G_{g,о}$ — ориентировочный расход воды, приходящийся на единицу относительного расхода (см. п. Б):

$$G_{g,о} = \frac{20G_с}{\Sigma\sigma'_{ст}}; \quad (13.26)$$

$\Delta p_р$ — заданная потеря давления в системе, кгс/м²;
$\Sigma l_{маг}$ — общая длина участков магистралей (без горизонтальных труб тупикового стояка), м;
$\Sigma\zeta$ — сумма коэффициентов местных сопротивлений на всех участках магистралей; выбираются по табл. 46.13;
$\bar{g}_{уч}$ — относительный расход воды на участке, диаметр которого выбирается (см. п. Б).

Б. Гидравлический расчет системы. Гидравлический расчет системы основывается на заданной проводимости стояков и сводится к распределению воды, циркулирующей в системе, между ее ветвями и стояками. В расчете используется пропорциональность проводимости и расхода воды в расчетных кольцах, возникающая вследствие равенства потери давления в них. Расчетом предопределяется полная увязка потери давления в циркуляционных кольцах через все стояки системы.

После конструирования системы и выбора диаметра труб определяется действительная проводимость всех стояков.

Проводимость стояка находится по формуле (13.15б) или по шкале s—σ (см. рис. 13.21) в зависимости от его сопротивления, вычисляемого по формуле (13.16) с использованием табл. 13.6.

Сопротивление стояка, составленного из унифицированных трубных и приборных узлов, определяется по табл. 13.9 и 13.10 и по рис. 13.22. По табл. 13.9 находится сопротивление трубных узлов стояка; по табл. 13.10 — проточно-регулируемых приборных узлов с обходными участками путем сложения величин, взятых из строки Б (с умножением на длину прибора) и из строки В (т. е. $s_{уз} = Бl_{пр} + В$).

Сопротивление приборных узлов со смещенными замыкающими участками определяется по рис. 13.22 в зависимости от величины $s_п = Бl_{пр} + В'$, вычисляемой также по данным табл. 13.10.

Гидравлический расчет выполняется по относительным значениям сопротивления, проводимости и расхода воды, получаемым сопоставлением действительных значений с показателями некоторого условно выбранного так называемого эталонного стояка, относительный расход воды в котором принят за единицу, сопротивление принято равным 250, а проводимость по формуле (13.15б) $\sigma_{эт} = 20$.

В основу расчета положено выражение (аналогичное формуле 13.12а)

$$\Delta p = (G_g/\bar{\sigma})^2, \quad (13.27)$$

ТАБЛИЦА 13.10

ХАРАКТЕРИСТИКА СОПРОТИВЛЕНИЯ ПРИБОРНЫХ УЗЛОВ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ОДНОТРУБНОЙ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

Отопительный прибор	Диаметр подводки $d_п$, мм	Обозначение элемента узла	Характеристика сопротивления элемента узла s, $\frac{кгс/м^2}{(кг/ч)^2}$								
			№ схемы присоединения (по табл. 12.4)								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
Конвекторы 15КП и «Прогресс-15»	15	Б	58	58	116	116	36	36	14,5	116	14,5
		В	71/99	71/99	146/164	146/164	83/100	83/100	82/100	146/164	63/81
		В′	138/156	138/156	203/220	203/220	125/152	125/152	96/114	203/220	77/95
Конвекторы 20КП, «Прогресс-20», «Аккорд». Радиатор стальной панельный змеевиковый листотрубный типа КЛТ	20	Б	11,7	11,7	23,4	23,4	7,3	7,3	2,9	2,9	2,9
		В	17/21	17/21	30/34	30/34	19/23	19/23	21/25	21/25	14/19
		В′	29/34	29/34	42/47	42/47	25/29	25/29	25/30	25/30	20/25
Конвектор чугунный ЛТ-10	15	Б	29	0,4	30	0,8	29	0,25	0,1	—	—
		В	93/121	93/121	168/185	168/185	105/122	105/122	104/122	—	—
		В′	160/177	160/177	225/242	225/242	146/173	146/173	118/135	—	—
	20	Б	6	0,4	0,4	0,8	5,9	0,25	0,1	—	—
		В	23/28	23/28	36/41	36/41	25/30	25/30	27/32	—	—
		В′	36/40	36/40	49/53	49/53	31/36	31/36	32/36	—	—
Ребристые и гладкие трубы	15	Б	29	0	0	0	29	0	0	—	—
		В	93/121	93/121	168/185	168/185	105/122	105/122	104/122	—	—
		В′	160/177	160/177	225/242	225/242	146/173	146/173	118/135	—	—
	20	Б	5,9	0	0	0	5,9	0	0	—	—
		В	23/28	23/28	36/41	36/41	25/30	25/30	27/32	—	—
		В′	36/40	36/40	49/53	49/53	31/36	31/36	32/36	—	—

Отопительный прибор	Диаметр подводки $d_п$, мм	Обозначение элемента узла	Двухтрубный по схеме присоединения		Четырехтрубный с числом последовательно соединенных конвекторов в ряду		
			1	2	1	2	3
Конвектор «Комфорт» $d_у$=20 мм без регулирующего крана	20	Б	11,7	11,7	2,9	2,9	2,9
		В	19/24	12/17	14/18	22/26	30/34

Продолжение табл. 13.10

Отопительный прибор	Диаметр подводки $d_п$, мм	Обозначение элемента узла	Характеристика сопротивления элемента узла s, $\frac{кгс/м^2}{(кг/ч)^2}$	
			Одиночный	Спаренный
Радиатор стальной панельный змеевиковый типа 3С	15	Б	23,4	5,85
		В	62/79	63/80
		В′	164/181	118/135
	20	Б	23,4	5,85
		В	30/34	23/28
		В′	42/47	34/39
		При $d_п = d_{з.у}$	Подводка с обходным участком	Подводка с замыкающим участком
Радиатор чугунный или стальной панельный колончатый	15	$s_{уз}$	53/71	23/25
	20	$s_{уз}$	16/20	6/7
	25	$s_{уз}$	10/11	2,5/2,5

Примечания: 1. Характеристика сопротивления проточно-регулируемого приборного узла с обходным участком находится сложением сопротивления подводок (обозначено буквой В) с сопротивлением прибора в зависимости от его длины $l_{пр}$, м (обозначено буквой Б для длины 1 м), т. е. $s_{уз}=Бl_{пр}+В$.

2. Характеристика сопротивления приборного узла с замыкающим участком определяется по рис. 13.22 в зависимости от величины $s_п$, вычисляемой по формуле $s_п=Бl_{пр}+В'$.

3. Характеристика сопротивления подводок (строки В и В′) дана без уток (в числителе) и с утками (в знаменателе); то же, для $s_{уз}$ радиаторов.

где G_g — расход воды на участке, кг/ч, приходящийся на единицу относительного расхода:

$$G_g = G/\bar{g}; \qquad (13.28)$$

$\bar{\sigma}$ — относительная проводимость участка:

$$\bar{\sigma} = \sigma/\bar{g}; \qquad (13.29)$$

здесь $\bar{g}$ — относительный расход на участке, определяемый как отношение расхода воды в нем к расходу воды в эталонном стояке.

Распределение воды между стояками системы выявляется с учетом относительного сопротивления участков магистралей:

$$\bar{s}_{уч} = \left(s_{уч.п} + s_{уч.о}\right)\bar{g}^2_{уч}, \qquad (13.30)$$

где $s_{уч.п}$ и $s_{уч.о}$ — сопротивление пары участков подающей и обратной магистрали; принимается по табл. 13.6;

$\bar{g}_{уч}$ — относительный расход воды в участке подающей (и обратной) магистрали, равный сумме относительных расходов в стояках, снабжаемых водой из данного участка:

$$\bar{g}_{уч} = \bar{g}_{I} + \bar{g}_{II} + \cdots + \bar{g}_{N}. \qquad (13.31)$$

Относительный расход воды в *тупиковом стояке*

системы определяется сопоставлением его проводимости σ с проводимостью эталонного стояка ($\sigma_{эт}=20$), считая стояки параллельно соединенными.

Тогда, исходя из необходимого равенства относительного сопротивления тупикового и эталонного стояков ($\bar{s}_т \bar{g}_т^2 = \bar{s}_{эт} \bar{g}_{эт}^2 = 250$), вычисляется не только относительный расход воды, но и относительное сопротивление тупикового стояка:

$$\bar{g}_т = \sigma/20; \quad \bar{s}_т = 250. \qquad (13.32)$$

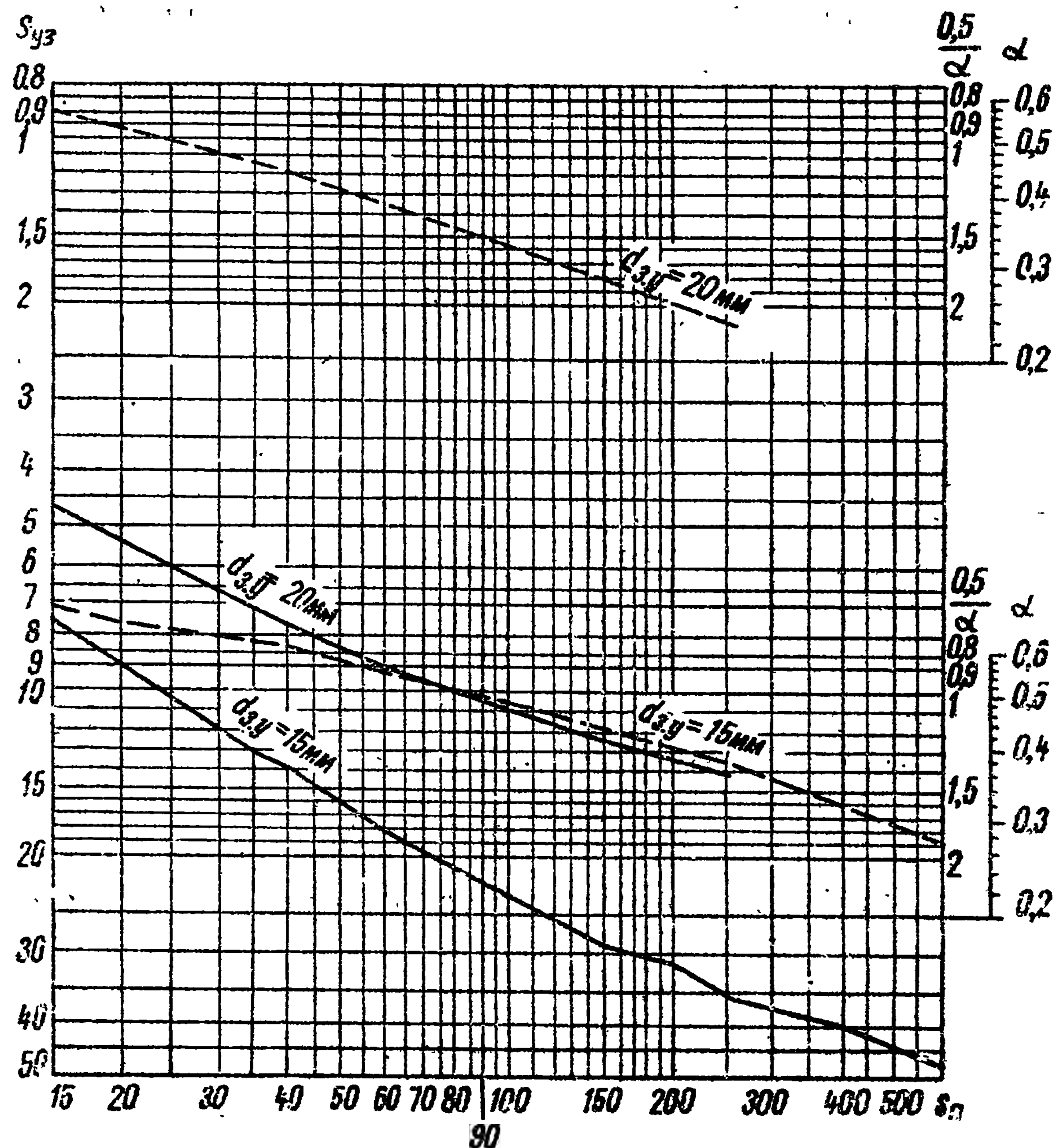


Рис. 13.22. Кривые для определения коэффициента затекания (пунктирные линии) и характеристики сопротивления (сплошные линии) приборного узла со смещенным замыкающим участком в вертикальной однотрубной системе отопления

$d_{з.у}$ — диаметр замыкающего участка

Относительный расход воды в *рядовом стояке* определяется сопоставлением его проводимости σ с относительной проводимостью параллельно соединенного контура:

$$\bar{g} = \sigma/\bar{\sigma}_к, \qquad (13.33)$$

где $\bar{\sigma}_к$ — относительная проводимость контура участков магистралей, замыкающих рассматриваемый рядовой стояк, и тупикового стояка; находится по шкале s—σ (см. рис. 13.21) после вычисления величины $\bar{s}_к$ — относительного сопротивления контура, состоящего из тупикового стояка и n последовательных участков подающей и обратной магистрали:

$$\bar{s}_к = 250 + \bar{s}_{уч,1} + \bar{s}_{уч,2} + \dots + \bar{s}_{уч,n}. \qquad (13.34)$$

Однотрубная тупиковая система может быть одноветвевой и может состоять из двух и четырех параллельно соединенных ветвей.

Относительный расход воды в *ветви* системы (см. рис. 13.24) равняется сумме относительных расходов стояков, объединяемых ветвью:

$$\bar{g}_в = \Sigma \bar{g}_{ст}. \qquad (13.35)$$

Относительная проводимость ветви $\bar{\sigma}_в$ определяется по шкале s—σ (см. рис. 13.21) после вычисления $\bar{s}_в$ — относительного сопротивления ветви, состоящей из тупикового стояка и всех последовательно соединенных участков подающей и обратной магистралей, включая головные:

$$\bar{s}_в = \bar{s}_к + \bar{s}_г, \qquad (13.36)$$

где $\bar{s}_г$ — относительное сопротивление пары головных участков магистралей системы (см. участок *Г* на рис. 13.24) с общим относительным расходом воды в ветви $\bar{g}_в$.

При объединении *двух ветвей* системы (№ 1 и 2 на рис. 13.25) относительный расход воды в участке *1—2* составляет:

$$\bar{g}_{об} = \bar{g}_{в,1} + \bar{g}_{в,2}\, k_{в,2}, \qquad (13.37)$$

где $k_{в,2}$ — коэффициент, определяемый по формуле

$$k_{в,2} = \frac{\bar{\sigma}_{в,2}}{\bar{\sigma}_{в,1}}; \qquad (13.38)$$

здесь $\bar{\sigma}_{в,1}$, $\bar{\sigma}_{в,2}$ — относительные проводимости ветвей № 1 и 2; определяются по шкале s—σ (см. рис. 13.21) по величинам $\bar{s}_{в,1}$ и $\bar{s}_{в,2}$.

Относительное сопротивление двух ветвей с объединяющим участком *1—2* (см. рис. 13.25)

$$\bar{s}_{с,1-2} = \bar{s}_{в,1} + \bar{s}_{об,1-2}, \qquad (13.39)$$

где $\bar{s}_{об,\,1-2}$ — относительное сопротивление пары участков, объединяющих ветви № 1 и 2, с расходом $\bar{g}_{об}$.

При объединении *четырех ветвей* системы общим участком относительный расход воды в общем участке (участок *О* на рис. 13.25)

$$\bar{g}_с = \bar{g}_{с,1-2} + \bar{g}_{с,3-4}\, k_о, \qquad (13.40)$$

где $k_о$ — коэффициент, определяемый по формуле

$$k_о = \frac{\bar{\sigma}_{с,3-4}}{\bar{\sigma}_{с,1-2}}, \qquad (13.41)$$

здесь $\bar{\sigma}_{с,\,1-2}$ — относительная проводимость ветвей № 1 и 2, определяемая по величине $\bar{s}_{с,1-2}$;

$\bar{\sigma}_{с,\,3-4}$ — то же, ветвей № 3 и 4, определяемая по величине $\bar{s}_{с,3-4}$, расчет которой производится аналогично величине $\bar{s}_{с,1-2}$; при этом ветвь № 3 рассматривается как ветвь № 1, а ветвь № 4 — как ветвь № 2 (см. рис. 13.25).

Относительное сопротивление всей системы

$$\bar{s}_с = \bar{s}_{с,1-2} + \bar{s}_о, \qquad (13.42)$$

где $\bar{s}_о$ — относительное сопротивление пары (подающего и обратного) общих участков магистралей системы с расходом $\bar{g}_с$.

После вычисления относительных величин определяется расчетный расход воды в стояках ветвей системы [см. формулу (13.28)]:

ветви № 1: $G_р = \bar{g} G_g$; (13.43а)

» № 2: $G_р = \bar{g} G_g k_{в,2}$; (13.43б)

» № 3: $G_р = \bar{g} G_g k_о$; (13.43в)

» № 4: $G_р = \bar{g} G_g k_о k_{в,4}$, (13.43г)

где G_g — расход воды, циркулирующей в системе, приходящийся на единицу относительного расхода:

$$G_g = \frac{Q_с}{c \Delta t_с \bar{g}_с}; \quad (13.44)$$

$Q_с$ — общая тепловая нагрузка системы, ккал/ч;

$k_{в,i}$ — коэффициент, определяемый для ветвей № 3 и 4 по формуле, аналогичной формуле (13.38).

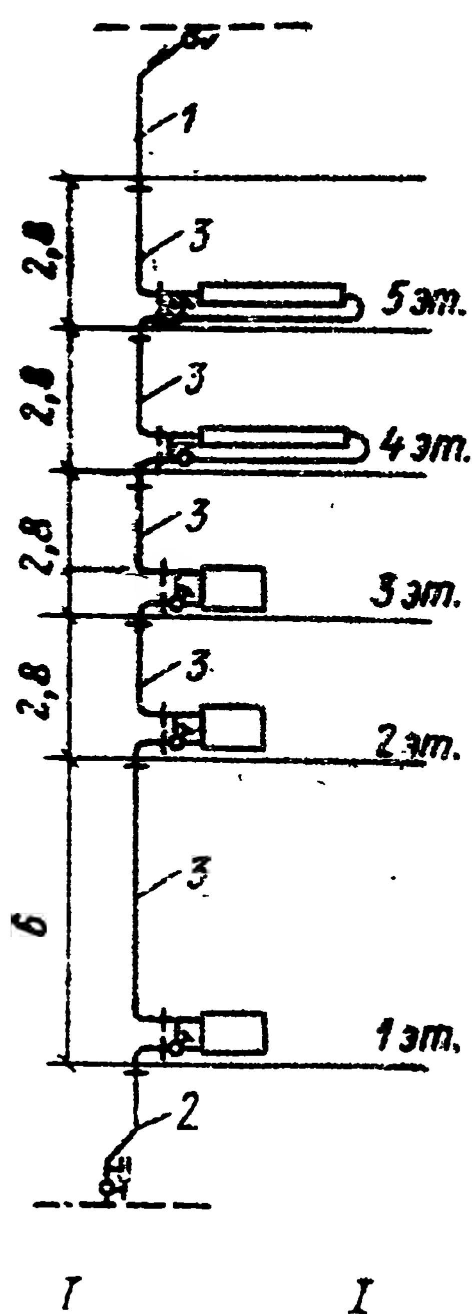


Рис. 13.23. Пятиэтажный стояк вертикальной однотрубной системы водяного отопления

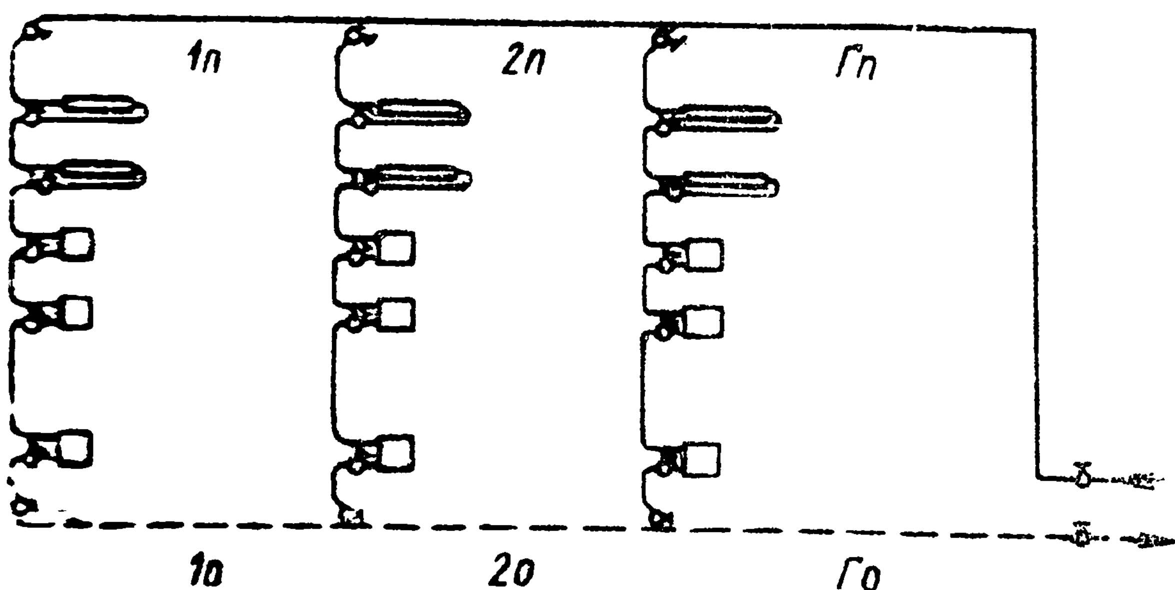


Рис. 13.24. Одноветвевая тупиковая вертикальная однотрубная система водяного отопления

Т — тупиковый стояк; *Г* — головной участок

Пример 13.2. Определить сопротивление и проводимость стояка $d_у$=15 мм, показанного на рис. 13.23, с чугунными колончатыми радиаторами М-140-АО в первом — третьем этажах, присоединяемыми по проточно-регулируемой схеме с обходным участком, плинтусными конвекторами 15КП с трубами длиной 5500 мм в четвертом-пятом этажах, присоединяемыми по схеме № 1 (см. табл. 12.4); подводки на четвертом этаже имеют замыкающий участок.

Подводки к приборам выполнены с утками, на стояке установлены проходные краны.

Находим в табл. 13.9 сопротивление трубных узлов: *1*—128, *2*—86, *3*—113.

Определяем по табл. 13.10 сопротивление приборных узлов: радиатора — 71, конвектора на пятом этаже $s_{уз}=Б\,l_{пр}+В=58\cdot5{,}5+99=418$; для конвектора на четвертом этаже вычисляем $s_п=Б\,l_{пр}+В'=58\cdot5{,}5+156=475$ и по рис. 13.22 находим $s_{уз}=43$.

Подсчитываем сопротивление стояка:

$$s_{ст} = 128 + 86 + 113\cdot5 + 71\cdot3 + 418 + 43 = 1453$$

Так как высота первого этажа превышает высоту узла *3* (6 м вместо 2,8), вносим поправку в сопротивление стояка по узлу *6* (см. табл. 13.9):

$$s_{ст} = 1453 + (6 - 2{,}8)\,29{,}2 = 1546.$$

Находим по шкале $s - \sigma$ (см. рис. 13.21) проводимость стояка:

$$\sigma_{ст} \approx 8\ \frac{кг/ч}{(кгс/м^2)^{0,5}}.$$

Пример 13.3. Определить распределение воды по стоякам тупиковой вертикальной однотрубной системы отопления, изображенной на рис. 13.24, если $Q_с$=15 000 ккал/ч, $\Delta t_с$=25°, допустимая потеря давления в системе $\Delta p_с$=1100 кгс/м², проводимость стояков $\sigma_{ст}$=8 (см. пример 13.2), $\Sigma l_{маг}$=6·4+25+10 м, $\Sigma\zeta_{маг}$=1·4+3,5+1,5.

Расчетный расход воды в системе по формуле (13.20)

$$G_с = \frac{15\,000}{1\cdot25} = 600 \text{ кг/ч};$$

ориентировочный расход воды по формуле (13.26), приходящийся на единицу относительного расхода,

$$G_{g,о} = \frac{20\cdot600}{8\cdot3} = 500 \text{ кг/ч}.$$

Ориентировочная величина сопротивления 10-метрового участка труб по формуле (13.25)

$$s_{10} = \frac{\left[\left(\frac{316}{500}\right)^2 1100 - 250\right] 10}{(6\cdot4 + 25 + 10 + 1\cdot4 + 3{,}5 + 1{,}5)\,\bar{g}^2_{уч}} = \frac{1870}{68\,\bar{g}^2_{уч}} = \frac{27{,}5}{\bar{g}^2_{уч}}.$$

Относительный расход в тупиковом стояке по формуле (13.32)

$$\bar{g}_т = 8/20 = 0{,}4.$$

Величина s_{10} для участка *1* подающей и обратной магистралей с относительным расходом $\bar{g}_{уч}$=0,4

$$s_{10} = \frac{27{,}5}{0{,}4^2} = 172.$$

По табл. 13.6 для $d_у$=15 мм s_{10}=292 (s при l=10 и $\Sigma\zeta$=0); для $d_у$=20 мм s_{10}=58. Принимаем диаметр участка *1*: $d_у$=15 мм (так как величина 172 ближе к 292, чем к 58).

Сопротивление участка *1* при $d_у$=15 мм, l=6 м, $\Sigma\zeta$=1 по табл. 13.6

$$s_{уч,1} = 186 + 186 = 372.$$

Относительное сопротивление участка *1* по формуле (13.30)

$$\bar{s}_{уч,1} = 372\cdot0{,}4^2 = 59{,}5.$$

Относительное сопротивление трубного контура, замыкающего стояк *I*, по формуле (13.34)

$$\bar{s}_{к,1} = 250 + 59{,}5 = 309{,}5.$$

Относительная проводимость контура по шкале $s-\sigma$ (см. рис. 13.21)

$$\bar{\sigma}_{к,I} = 18$$

ТАБЛИЦА 13.11

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ТРУБ ТУПИКОВОЙ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ОДНОТРУБНОЙ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

Магистрали

номер участка	l	$\Sigma\zeta$	$\bar{g}_{уч}=\Sigma\bar{g}$	$\bar{g}^2_{уч}$	s_{10}	$d_у$	$s_{уч.п}$ и $s_{уч.о}$	$s_{уч}=s_{уч.п}+s_{уч.о}$	$\bar{s}_{уч}=s_{уч}\bar{g}^2_{уч}$	$\bar{s}^*_{пр}$	$\bar{s}_к$	$\bar{\sigma}_к$
1п	6	1	0,4	0,16	172	15	186	—	—	—	—	—
1о	6	1	0,4	—	—	15	186	372	59,5	250	309,5	18
2п	6	1	0,84	0,7	39,4	20	38	—	—	—	—	—
2о	6	1	0,84	—	—	20	38	76	53	309,5	362	16,6
Гп	25	3,5	1,32	1,74	15,8	25	—	—	—	—	—	—
Го	10	1,5	1,32	—	—	25	—	65,5	114	362	476	14,5

Продолжение табл. 13.11

Стояки

номер стояка	$d_у$	σ	$\bar{g}_т=\frac{\sigma}{20}$; $\bar{g}=\frac{\sigma}{\bar{\sigma}_к}$	k_1 или k_3	k_0	$\bar{g}_р=\bar{g}k_1k_0$	$G_р=G_g\bar{g}_р$
Т	15	8	0,4	—	—	0,4	182
I	15	8	0,44	—	—	0,44	200
II	15	8	0,48	—	—	0,48	218

$$G_g=\frac{600}{1,32}=455 \text{ кг/ч}$$

* $\bar{s}_{пр}$ — величина s эталонного стояка или $\bar{s}_к$ предыдущего контура.

Относительный расход воды в стояке I по формуле (13.33)

$$\bar{g}_I=\frac{8}{18}=0,44$$

Относительный расход воды в участке 2 по формуле (13.31)

$$\bar{g}_{уч,2}=0,4+0,44=0,84;$$

$$s_{10}=\frac{27,5}{0,84^2}=39,4.$$

В табл. 13.6 к значению s_{10}=39,4 ближе подходит s_{10}=58 при диаметре $d_у$=20 мм (l=10 и $\Sigma\zeta$=0); принимаем для участка 2 $d_у$=20 мм.

По табл. 13.6 сопротивление участка 2 (при $d_у$=20 мм; l=6 м, $\Sigma\zeta$=1)

$$s_{уч,2}=38+38=76.$$

Тогда

$$\bar{s}_{уч,2}=76\cdot 0.84^2=53;\quad \bar{s}_{к,II}=309,5+53\approx 362;$$

$$\bar{\sigma}_{к,II}=16.6.$$

Относительный расход воды в стояке II

$$\bar{g}_{II}=\frac{8}{16,6}=0,48$$

Относительный расход воды в головном участке ветви (в системе)

$$\bar{g}_г=\bar{g}_с=0,84+0,48=1,32;$$

$$s_{10}=\frac{27,5}{1,32^2}=15,8.$$

По величине s_{10} в табл. 13.6 для головного участка выбираем $d_у$=25 мм и находим s=1,7 при l=1 и $\Sigma\zeta$=0; s=1,2 при l=0 и $\Sigma\zeta$=1.

Отсюда сопротивление головного участка

$$s_{уч,г}=(25+10)\,1,7+(3,5+1,5)\,1,2=65,5.$$

Относительное сопротивление головного участка

$$\bar{s}_{уч,г}=65,5\cdot 1,32^2=114.$$

Относительное сопротивление ветви (системы) по формуле (13.36)

$$\bar{s}_в=\bar{s}_с=362+114=476.$$

Относительная проводимость ветви (системы) по шкале $s-\sigma$ (см. рис. 13.21)

$$\bar{\sigma}_в=\bar{\sigma}_с=14,5.$$

Расход воды, приходящийся на единицу относительного расхода, определяем по формуле (13.28):

$$G_g=\frac{600}{1,32}=455 \text{ кг/ч}.$$

Расчетный расход воды в стояках:

в тупиковом

$$G_т=455\cdot 0,4=182 \text{ кг/ч};$$

в стояке I

$$G_I=455\cdot 0,44=200 \text{ кг/ч};$$

в стояке II

$$G_{II}=455\cdot 0,48=218 \text{ кг/ч}.$$

Действительная потеря давления в системе отопления по формуле (13.27)

$$\Delta p_с=\left(\frac{455}{14,5}\right)^2=980 \text{ кгс/м}^2.$$

Проведенный выше гидравлический расчет сводим в специальный бланк (табл. 13.11).

Пример 13.4. Произвести гидравлический расчет тупиковой вертикальной однотрубной системы отопления (т. е. определить распределение воды по стоякам), состоящей из четырех ветвей (рис. 13.25), если $G_с$=2300 кг/ч, допустимая потеря давления в системе $\Delta p_с$=1200 кгс/м².

Заданы:

относительные расход, сопротивление и проводимость ветвей системы отопления (определение см. в примере 13.3):

ветвь № 1

$$\bar{g}_в = 1{,}32;\quad \bar{s}_в = 476;\quad \bar{\sigma}_в = 14{,}5;$$

» № 2

$$\bar{g}_в = 1{,}18;\quad \bar{s}_в = 440,\quad \bar{\sigma}_в = 15;$$

» № 3

$$\bar{g}_в = 1{,}3;\quad \bar{s}_в = 510;\quad \bar{\sigma}_в = 14;$$

» № 4

$$\bar{g}_в = 1{,}25;\quad \bar{s}_в = 545;\quad \bar{\sigma}_в = 13{,}5;$$

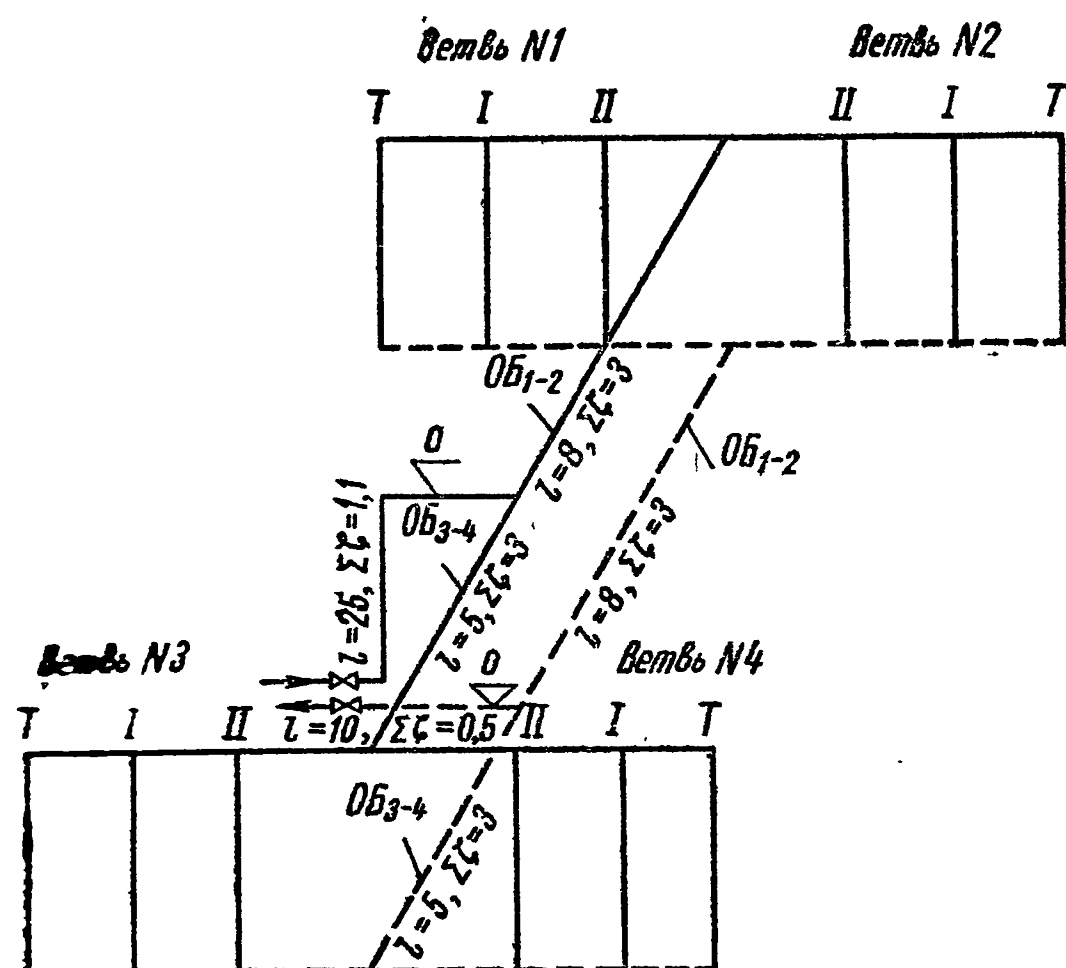


Рис. 13.25. Четырехветвевая тупиковая вертикальная однотрубная система водяного отопления

Об — объединяющий участок; *О* — общий участок системы

относительный расход воды в стояках:
ветвь № 1:

$$\bar{g}_т = 0{,}4;\quad \bar{g}_I = 0{,}44;\quad \bar{g}_{II} = 0{,}48;$$

» № 2:

$$\bar{g}_т = 0{,}34;\quad \bar{g}_I = 0{,}4;\quad \bar{g}_{II} = 0{,}44;$$

» № 3:

$$\bar{g}_т = 0{,}38;\quad \bar{g}_I = 0{,}44;\quad \bar{g}_{II} = 0{,}48;$$

» № 4:

$$\bar{g}_т = 0{,}38;\quad \bar{g}_I = 0{,}41;\quad \bar{g}_{II} = 0{,}46;$$

длина и коэффициенты местных сопротивлений объединяющих и общих участков даны на рис. 13.25.

Гидравлический расчет ветвей ведем с учетом объединяющих и общих участков при величине

$$s_{10} = \frac{26}{\bar{g}^2_{уч}}.$$

Относительный расход в объединяющем участке ветвей № 1 и 2 по формуле (13.37) при $k_{в_2} = \frac{15}{14{,}5} = 1{,}04$ [по формуле (13.38)]

$$\bar{g}_{об,1-2} = 1{,}32 + 1{,}18 \cdot 1{,}04 = 2{,}54;$$

$$\text{тогда } s_{10} = \frac{26}{2{,}54^2} = 4.$$

Выбираем по табл. 13.6 диаметр объединяющего участка ветвей № 1 и 2 $d_у = 32$ мм.

Сопротивление объединяющего участка ветвей № 1 и 2 по табл. 13.6

$$s_{об,1-2} = 4{,}4 + 4{,}4 = 8{,}8 \text{ и } \bar{s}_{об,1-2} = 8{,}8 \cdot 2{,}54^2 = 56{,}5.$$

Относительное сопротивление ветвей № 1 и 2 с объединяющим участком

$$\bar{s}_{с,1-2} = 476 + 56{,}5 = 532{,}5;$$

находим $\bar{\sigma}_{с,1-2} = 13{,}7$.

Проводим аналогичные определения для ветвей № 3 и 4:

$$k_{в,4} = \frac{13{,}5}{14} = 0{,}965;\quad \bar{g}_{об,3-4} = 1{,}3 + 1{,}25 \cdot 0{,}965 = 2{,}5;$$

$$s_{10} = \frac{26}{2{,}5^2} = 4;$$

принимаем $d_{об,3-4} = 32$ мм;

$$s_{об,3-4} = 3{,}2 + 3{,}2 = 6{,}4;\quad \bar{s}_{об,3-4} = 6{,}4 \cdot 2{,}5^2 = 40;$$

$$\bar{s}_{с,3-4} = 510 + 40 = 550;$$

находим $\bar{\sigma}_{с,3-4} = 13{,}4$.

Относительный расход воды в общем участке системы при

$$k_о = \frac{13{,}4}{13{,}7} = 0{,}98$$

по формуле (13.40) $\bar{g}_с = 2{,}54 + 2{,}5 \cdot 0{,}98 = 4{,}99$; сопротивление $s_{10} = \frac{26}{4{,}99^2} = 1{,}05$; принимаем $d_{общ} = 50$ мм.

Находим по табл. 13.6 для $d_у = 50$ мм; $s = 0{,}046$ при $l = 1$ и $\Sigma\zeta = 0$; $s = 0{,}084$ при $l = 0$ и $\Sigma\zeta = 1$.

Тогда сопротивление общего участка

$$s_о = (25 + 10)\, 0{,}046 + (1 + 0{,}5)\, 0{,}084 = 1{,}74 \text{ и } \bar{s}_о = 1{,}74 \cdot 4{,}99^2 = 43{,}3.$$

Сопротивление системы отопления по формуле (13.42) при $\bar{s}_с = 532{,}5 + 43{,}3 = 575{,}8$; $\bar{\sigma}_с = 13{,}2$; $G_g = \frac{2300}{4{,}99} = 462$ кг/ч [по формуле (13.44)],

$$\Delta p_с = \left(\frac{462}{13{,}2}\right)^2 = 1225 \text{ кгс/м}^2$$

достаточно близко к допустимой потере давления.

Вычисляем расход воды, кг/ч, в стояках системы отопления:
ветвь № 1 [по формуле (13.43а)]:

$$G_т = 462 \cdot 0{,}4 = 184;$$
$$G_I = 462 \cdot 0{,}44 = 203;$$
$$G_{II} = 462 \cdot 0{,}48 = 222;$$

ветвь № 2 [по формуле (13.43б)]:

$$G_т = 462 \cdot 0{,}34 \cdot 1{,}04 = 163;$$
$$G_I = 462 \cdot 0{,}4 \cdot 1{,}04 = 191;$$
$$G_{II} = 462 \cdot 0{,}44 \cdot 1{,}04 = 211;$$

ветвь № 3 [по формуле (13.43в)]:

$$G_т = 462 \cdot 0{,}38 \cdot 0{,}98 = 171;$$
$$G_I = 462 \cdot 0{,}44 \cdot 0{,}98 = 199;$$
$$G_{II} = 462 \cdot 0{,}48 \cdot 0{,}98 = 217;$$

ветвь № 4 [по формуле (13.43г)]:

$$G_т = 462 \cdot 0{,}38 \cdot 0{,}965 \cdot 0{,}98 = 166;$$
$$G_I = 462 \cdot 0{,}41 \cdot 0{,}965 \cdot 0{,}98 = 179;$$
$$G_{II} = 462 \cdot 0{,}46 \cdot 0{,}965 \cdot 0{,}98 = 201.$$

13.8. Гидравлический расчет двухтрубной системы

В двухтрубной системе рассчитывают основное наиболее неблагоприятное циркуляционное кольцо системы, которым считается:

а) в насосной системе с тупиковым движением воды — кольцо через нижний отопительный прибор стояка, наиболее нагруженного и удаленного от теплового пункта;

б) в насосной системе с попутным движением воды — кольцо через нижний отопительный прибор среднего наиболее нагруженного стояка;

в) в гравитационной системе — кольцо, в котором возможная средняя величина потери давления на 1 м будет в зависимости от расчетного циркуляционного давления по формуле (13.6) наименьшей.

Потеря давления в основном циркуляционном кольце, состоящем из n последовательно соединенных участков [см. формулу (13.19)],

$$\sum^{n} (Rl + Z) = 0{,}9\Delta p_{\text{р}}, \qquad (13.45)$$

т. е. она должна быть меньше $\Delta p_{\text{р}}$ на 10% (запас, вводимый на неучтенную потерю давления).

Для выбора диаметра труб при расчете используются заданный расход воды и средняя ориентировочная удельная линейная потеря давления в расчетном циркуляционном кольце, определяемая по формуле

$$R_{\text{ср}} = \frac{(1 - k)\,\Delta p_{\text{р}}}{\Sigma l}, \qquad (13.46)$$

где k — коэффициент, учитывающий долю местной потери давления в системе (табл. 46.21);

Σl — общая длина n последовательных участков расчетного циркуляционного кольца, м.

При гидравлическом расчете системы с водоемкими отопительными приборами (радиаторами колончатыми, ребристыми и гладкими трубами) последние считаются местным сопротивлением на пути движения воды. При гидравлическом расчете системы с приборами, имеющими греющие трубы $d_{\text{у}} = 15...20$ мм (конвекторами, радиаторами змеевиковыми и т. п.), учитывается линейная и местная потеря давления в этих трубах.

После основного рассчитываются остальные циркуляционные кольца системы. При этом исходят из расчета основного кольца и в каждом новом кольце рассчитывают только дополнительные не общие участки, параллельно соединенные с участками основного кольца.

Расхождение (невязка) в расчетной потере давления на параллельно соединенных участках допускается при тупиковом движении воды до 15%, при попутном движении $\pm 5\%$.

Увязочный расчет остальных колец через отопительные приборы нижнего этажа выполняется без учета естественного циркуляционного давления; через отопительные приборы вышележащих этажей — с учетом дополнительного естественного циркуляционного давления.

В частности, располагаемое циркуляционное давление для гидравлического расчета дополнительных не общих участков, соединяющих отопительные приборы второго этажа с рассчитанными участками приборов первого этажа, составляет (кгс/м²):

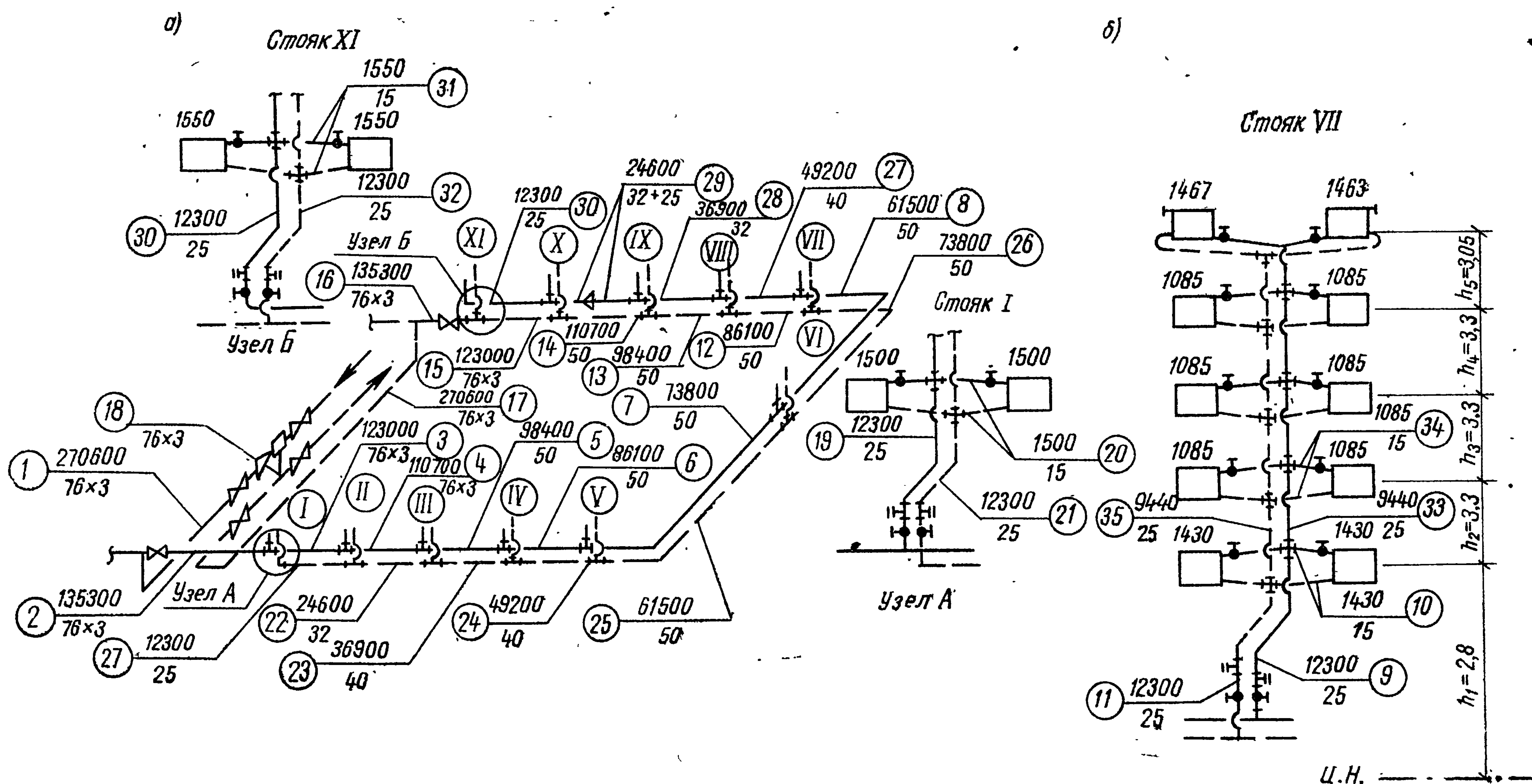


Рис. 13.26. Насосная двухтрубная система водяного отопления с нижней разводкой и попутным движением воды в магистралях

а — схема магистралей; *б* — схема стояка *VII*; узлы *А* и *Б* — нижние части стояков *I* и *XI*

ТАБЛИЦА 13.12

БЛАНК ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАСЧЕТА ТРУБ

Данные по схеме				Принято							Разница $Rl+Z$, кгс/м²
[illegible]	Q, ккал/ч	G, кг/ч	l, м	$d_у$, мм	v, м/с	R, кгс/м² на 1 м	Rl, кгс/м²	$\Sigma\zeta$	Z, кгс/м²	$Rl+Z$, кгс/м²	
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Основное циркуляционное кольцо через стояк VII и прибор первого этажа $\Delta p_р=1017{,}9$ кгс/м²; $R_{ср}=5{,}35$ кгс/м² на 1 м											
[illegible]	270 600	10 800	9	(89×3,5) 76×3	(0,57) 0,77	(5) 12	(45) 108	(0,7) 0,7	(11,4) 20,8	(54,5) 128,8	+74,3
[illegible]	135 300	5 400	8	76×3	0,392	2,9	23,2	6,8	51	74,2	
[illegible]	123 000	4 920	8	76×3	0,36	2,5	20	0,76	5	25	
[illegible]	110 700	4 430	8	76×3	0,32	2	16	0,76	3,9	19,9	
[illegible]	98 400	3 930	8	50	0,5	6,9	55,2	0,77	9,6	64,8	
[illegible]	86 100	3 450	6	50	0,432	5,2	31,2	0,78	7,4	38,6	
[illegible]	73 800	2 950	12	50	0,372	3,9	46,8	1,01	7	53,8	
[illegible]	61 500	2 460	12	50	0,31	2,8	33,6	1,03	4,9	38,5	
[illegible]	12 325	493	1,8	25	0,24	4,5	8,1	6,8	19,6	27,7	
[illegible]	1 430	57	3	15	0,084	0,9	2,7	18,58	6,7	9,4	
[illegible]	12 325	493	1,4	25	0,24	4,5	6,3	3,9	11	17,3	
[illegible]	86 100	3 450	6	50	0,432	5,2	31,2	0,78	7,4	38,6	
[illegible]	98 400	3 930	8	50	0,5	6,9	55,2	0,77	9,6	64,8	
[illegible]	110 700	4 430	8	50	0,56	8,5	68	0,76	12	80	
[illegible]	123 000	4 920	8	76×3	0,36	2,5	20	0,76	5	25	
[illegible]	135 300	5 400	4	76×3	0,392	2,9	11,6	5,5	42	53,6	
[illegible]	270 600	10 800	12	(89×3,5) 76×3	(0,57) 0,77	(5) 12	(60) 144	(1,1) 1,1	(18) 32	(78) 176	+98
[illegible]	—	7 425	0,5	76×3	0,54	5,5	2,8	1,2	17,6	20,4	
			123,7							784,1	+172,3

$$\text{З а п а с: } \frac{1017{,}9-784{,}1}{1017{,}9}\,100=23\%$$

После уменьшения диаметра участков *1* и *17* $\frac{1017{,}9-(784{,}1+172{,}3)}{1017{,}9}\,100=6\%$

Циркуляционное кольцо через стояк I и прибор первого этажа $\Delta p_р=294{,}7$ кгс/м²; $R_{ср}=3{,}2$ кгс/м² на 1 м											
19	12 300	492	1,8	25	0,24	4,5	8,1	8,7	25	33,1	
20	1 500	56	3	15	0,083	0,85	2,5	16	5,4	7,9	
21	12 300	492	9,4	25	0,24	4,5	42,3	6,3	18	60,3	
22	24 600	984	8	32	0,27	3,7	29,6	1,1	4,1	33,7	
23	36 900	1440	8	40	0,304	3,6	28,8	0,95	4	32,8	
24	49 200	1968	6	40	0,418	6,8	40,8	0,86	7,5	48,3	
25	61 500	2460	12	50	0,31	2,8	33,6	1,03	4,9	38,5	
26	73 800	2950	12	50	0,372	3,9	46,8	1,01	7,6	54,4	
			60,2							309	

$$\text{Невязка: } \frac{294{,}7-309}{294{,}7}\,100=-4{,}9\%$$

Циркуляционное кольцо через стояк XI и прибор первого этажа $\Delta p_р=262{,}8$ кгс/м²; $R_{ср}=4{,}7$ кгс/м² на 1 м											
27	49 200	1968	6	(50) 40	(0,26) 0,418	(1,8) 6,8	(10,8) 40,8	(0,86) 0,86	(2,9) 7,5	(13,7) 48,3	+34,6
28	36 900	1440	8	(40) 32	(0,304) 0,396	(3,6) 7,8	(28,8) 62,4	(0,95) 0,95	(4,7) 7,5	(33,5) 69,9	+36,4
29	24 600	984	(8) 5,5 2,5	(25) 32 25	(0,48) 0,27 0,48	(16,5) 3,7 16,5	(132) 20,4 41,3	(1,1) 1,1 —	(13) 4,1 —	(145) 24,5 41,3	} −79,2
30	12 300	492	9,8	25	0,24	4,5	44	6,3	18	62	
31	1 550	62	3	15	0,091	1,2	3,6	16,65	7	10,6	
32	12 300	492	1,4	25	0,24	4,5	6,3	1,5	4,4	10,7	
			36,2							275,5	−8,2

$$\text{Невязка: } \frac{262{,}8-275{,}5}{262{,}8}\,100=-4{,}8\%$$

После изменения диаметра участков *27*, *28* и *29* $\frac{262{,}8-(275{,}5-8{,}2)}{262{,}8}\,100=-1{,}7\%$

Продолжение табл. 13.12

Данные по схеме				Принято							Разница $Rl+Z$, кгс/м²
участок	Q, ккал/ч	G, кг/ч	l, м	$d_у$, мм	v, м/с	R, кгс/м² на 1 м	Rl, кгс/м²	$\Sigma\zeta$	Z, кгс/м²	$Rl+Z$, кгс/м²	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Циркуляционное кольцо через стояк VII и прибор второго этажа											
$\Delta p_р^{II}=30{,}5$ кгс/м²; $R_{ср}=2$ кгс/м² на 1 м											
33	9440	378	3,3	25	0,183	2,6	8,6	1,5	2,4	11	
34	1085	43	3	15	0,06	0,55	1,7	18,58	3,3	5	
35	9440	378	3,3	25	0,183	2,6	8,6	2,4	4,2	12,8	
			9,6							28,8	

$$\text{Невязка: } \frac{30{,}5-28{,}8}{30{,}5}\,100=5{,}6\%$$

в насосной системе

$$\Delta p_р^{II}=\Sigma(Rl+Z)_п+0{,}4\beta h_2(t_г-t_о); \qquad (13.47)$$

в гравитационной системе

$$\Delta p_р^{II}=\Sigma(Rl+Z)_п+\beta h_2(t_г-t_о), \qquad (13.48)$$

где $\Sigma(Rl+Z)_п$ — потеря давления (ранее вычисленная) в участках, параллельно соединенных с новыми не общими участками (между точками *А* и *Б* на рис. 13.11 и 13.12), кгс/м²;

h_2 — вертикальное расстояние между условными центрами охлаждения приборов второго и первого этажа (показаны черными точками на рис. 13.11 и 13.12), м.

Результаты гидравлического расчета теплопроводов заносятся в бланк (табл. 13.12) в порядке, изложенном в следующем примере.

Пример 13.5. Выполнить гидравлический расчет насосной (элеваторной) двухтрубной системы водяного отопления с нижней разводкой, попутным движением воды в магистралях (рис. 13.26) и расчетной температурой воды $t_г=95°$, $t_о=70°$ С.

Насосное давление, передаваемое в систему элеватором, $\Delta p_н=1000$ кгс/м².

Основное циркуляционное кольцо через стояк VII и прибор первого этажа.

На схеме труб проставляем тепловые нагрузки и номера участков основного циркуляционного кольца, выбранного через один из средних стояков — стояк *VII* и отопительный прибор (радиатор) первого этажа. Номер, тепловую нагрузку и длину l каждого участка вносим в графы 1, 2 и 4 бланка (табл. 13.12). Подсчитываем Σl и записываем результат внизу графы 4.

Определяем расход воды в каждом участке по формуле (13.20) и вносим его в графу 3.

Вычисляем по формулам (13.5) и (13.11) при $\beta=0{,}64$ кг/(м³·°С) по табл. 13.3 и $h_1=2{,}8$ м расчетное циркуляционное давление:

$$\Delta p_р=\Delta p_н+0{,}4\,\Delta p_е=1000+0{,}4\cdot0{,}64\cdot2{,}8\,(95-70)=1017{,}9 \text{ кгс/м}^2$$

Находим по формуле (13.46)

$$R_{ср}=\frac{0{,}65\cdot1017{,}9}{123{,}7}=5{,}35 \text{ кгс/м}^2 \text{ на 1 м}$$

По табл. 46.1, исходя из величины $R_{ср}$ и расхода воды, определяем предварительный диаметр, скорость воды, действительное значение R и заносим полученные значения для каждого участка в графы 5, 6 и 7 бланка.

Линейную потерю давления вычисляем умножением R (графа 7) на l (графа 4) и заносим результат в графу 8.

Сумму коэффициентов местных сопротивлений $\Sigma\zeta$ для каждого участка находим по табл. 46.12—46.20 и вносим ее в графу 9. Для смежных участков местное сопротивление тройника или крестовины относится к участку с меньшей тепловой нагрузкой (с учетом схемы распределения потоков воды).

Местную потерю давления определяем по табл. 46.3 в зависимости от величины $\Sigma\zeta$ и скорости v и вносим в графу 10.

Сумму линейной и местной потери давления в каждом участке по формуле (13.19) заносим в графу 11. Если удовлетворяется равенство (13.45), расчет основного циркуляционного кольца считается законченным. В примере потребовалось уменьшить диаметр двух участков — *1* и *17* (старые данные в бланке поставлены в скобках), так как был получен запас циркуляционного давления, превышающий 10%.

В результате окончательного гидравлического расчета получен необходимый запас циркуляционного давления:

$$\frac{\Delta p_р-\sum^{n}(Rl+Z)}{\Delta p_р}\,100=6\%.$$

Определяем сумму коэффициентов местных сопротивлений для участков основного циркуляционного кольца.

Участок *1*:

задвижка — по табл. 46.12 0,5
отвод d=76·3 мм при v>0,2 м/с . . . 0,2

$\Sigma\zeta_1=0{,}7$

Участок *2*:

тройник на растекании при $\bar G_{отв}=\frac{G_{отв}}{G_{ств}}=\frac{5\,400}{10\,800}=0{,}5$ 6,3

задвижка 0,5

$\Sigma\zeta_2=6{,}8$

Участок *3*:

тройник на проходе при $\bar G_{прох}=\frac{G_{прох}}{G_{ств}}=\frac{4920}{5400}=0{,}91$ . . . . $\zeta_3=0{,}76$

Аналогично находим значения ζ на участках *4—6*: $\zeta_4=0{,}76$; $\zeta_5=0{,}77$; $\zeta_6=0{,}78$.

Участок *7*:

тройник на проходе при $\bar G_{прох}=\frac{2950}{3450}=0{,}85$ 0,81

отвод $d_у$=50 мм при v>0,2 м/с . . 0,2

$\Sigma\zeta_7=1{,}01$

Участок 8:

тройник на проходе при $\bar{G}_{прох} = \frac{2460}{2950} = 0,83$ 0,83

отвод $d_у$=50 мм при v>0,2 м/с . . . 0,2

$\Sigma \zeta_8 = 1,03$

Участок 9:

тройник на ответвлении при делении потока — по табл. 46.15 для тройника 50×25×50 мм находим V группу; затем по табл. 46.14 при $\bar{G}_{отв} = \frac{492}{2460} = 0,2$ 3,3

кран проходной $d_у$=25 мм при v>>0,2 м/с 1

тройник на проходе спускной при $\bar{G}_{прох}$=1 (табл. 46.16) 0,7

два отвода $d_у$=25 мм под углом 90° при v>0,2 м/с . . . . 0,6·2=1,2

скоба $d_у$=25 мм при v>0,2 м/с . . . 0,6

$\Sigma \zeta_9 = 6,8$

Участок 10:

крестовина на ответвлении при делении потока — по табл. 46.19 при:

$\bar{d}_{отв} = \frac{15}{25} = 0,59$ . . . .

$\bar{G}_{отв} = \frac{57}{492} = 0,11$ и $\bar{G}_{отв,1} = \bar{G}_{отв,2}$ . . 15,3

кран двойной регулировки с цилиндрической пробкой $d_у$=15 мм при v=0,084 м/с (табл. 46.12) 4

радиатор при $d_у$=15 мм и v=0,084 м/с 1,7

крестовина на ответвлении при слиянии потоков при $\bar{d}_{отв} = 0,59$ и $\bar{G}_{отв,1} = \bar{G}_{отв,2}$ =0,11 (табл. 46.17) . . . . . . −2,42

$\Sigma \zeta_{10}$=18,58

Участок 11:

два отвода $d_у$=25 мм под углом 90° при v>0,2 м/с . . . . 0,6·2=1,2

тройник на проходе спускной при $\bar{G}_{прох}$ = 1 0,7

кран проходной $d_у$ =25 мм при v>>0,2 м/с 1

скоба $d_у$=25 мм при v>0,2 м/с . . . 0,6

тройник на ответвлении при слиянии потоков — по табл. 46.15 находим V группу; по табл. 46.14 при $\bar{G}_{отв} = \frac{492}{2460}$=0,2 0,4

$\Sigma \zeta_{11} = 3,9$

Участок 12:

тройник на проходе при $\bar{G}_{прох} = \frac{3450}{3930} = 0,875$ . . . . $\zeta_{12} = 0,785$

Аналогично находим значения ζ на участках 13—15: ζ_{13}=0,77; ζ_{14}=0,76; ζ_{15}=0,76.

Участок 16:

тройник на противотоке при $\bar{G}_{отв} = \frac{5400}{10\,800} = 0,5$ 5

задвижка 0,5

$\Sigma \zeta_{16} = 5,5$

Участок 17:

три отвода d=76·3 мм под углом 90° при v>0,2 м/с . . . . 0,2·3 =0,6

задвижка 0,5

$\Sigma \zeta_{17} = 1,1$

Участок 18:

тройник на ответвлении при делении потока — для II группы при $\bar{G}_{отв} = \frac{7425}{10\,800} = 0,69$ (при коэффициенте смешения элеватора 2,2 находим $G_{отв}$= =10 800 $\frac{2,2}{3,2}$ =7425 кг/ч) . . . . $\zeta_{18} = 1,2$

Циркуляционное кольцо через стояк I и прибор первого этажа

Располагаемое циркуляционное давление для гидравлического расчета не общих участков, параллельно соединенных с участками основного циркуляционного кольца, т. е. участков 19—26,

$$\Delta p_р = \Sigma (Rl + Z)_{3-11} = 294,7 \text{ кгс/м}^2;$$

$$R_{ср} = \frac{0,65 \cdot 294,7}{60,2} = 3,2 \text{ кгс/м}^2 \text{ на 1 м}$$

Потеря давления на участках 19—26 (см. табл. 13.12)

$$\Sigma (Rl + Z)_{19-26} = 309 \text{ кгс/м}^2$$

Невязка —4,9% находится в допустимых пределах. Сумма коэффициентов местных сопротивлений для этих участков найдена как и в основном циркуляционном кольце и внесена в графу 9 бланка.

Циркуляционное кольцо через стояк XI и прибор первого этажа

Располагаемое циркуляционное давление для гидравлического расчета участков 27—32:

$$\Delta p_р = \Sigma (Rl + Z)_{9-15} = 262,8 \text{ кгс/м}^2;$$

$$R_{ср} = \frac{0,65 \cdot 262,8}{36,2} = 4,7 \text{ кгс/м}^2 \text{ на 1 м}$$

Потеря давления на участках 27—32 (см. табл. 13.12)

$$\Sigma (Rl + Z)_{27-32} = 275,5 \text{ кгс/м}^2$$

Невязка —4,8% находится в допустимых пределах.

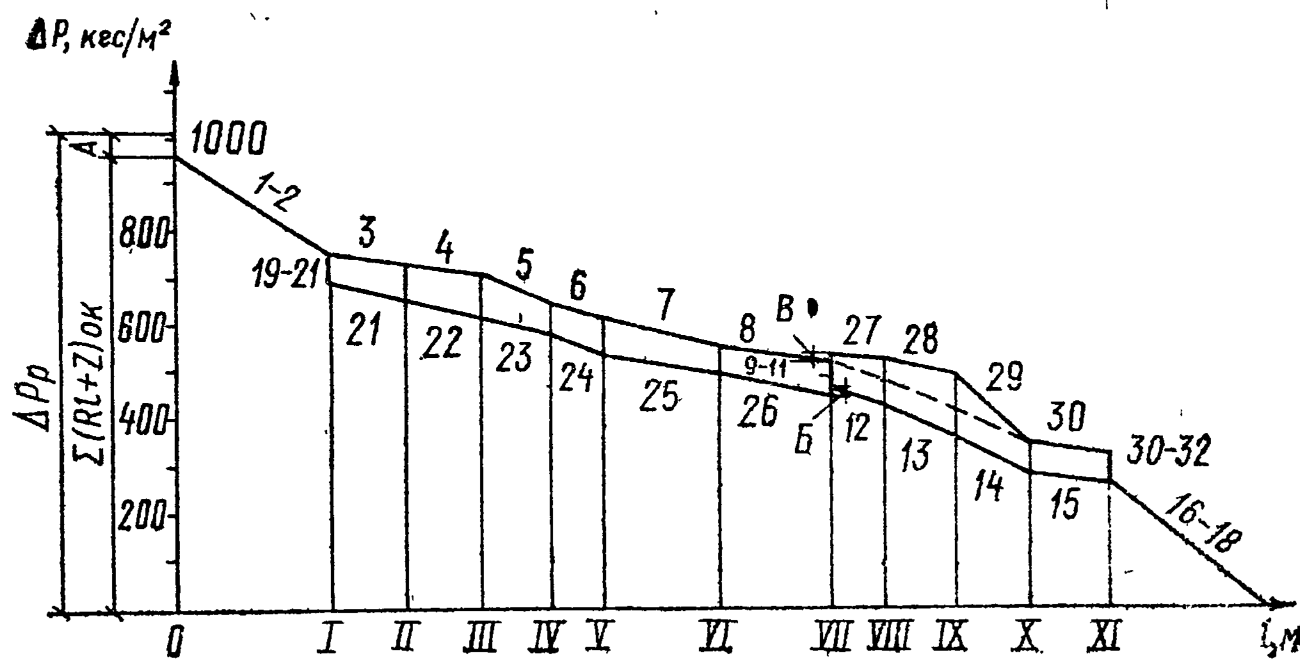


Рис. 13.27. Эпюра циркуляционного давления в магистралях системы отопления по рис. 13.26

I, II, ..., XI — номера стояков; *1, 2, ..., 32* — номера расчетных участков

Для упрощения гидравлического расчета насосной двухтрубной системы отопления допустим выбор коэффициентов местного сопротивления в магистралях по табл. 46.13.

На рис. 13.27 представлена эпюра циркуляционного давления в магистралях системы отопления, построенная на основании гидравлического расчета трех циркуляционных колец через приборы первого этажа ближнего *I*, среднего *VII* и дальнего *XI*

стояков. На рисунке отмечены запас A циркуляционного давления в основном кольце OK системы и невязки $Б$ и $В$, полученные при расчете параллельно соединенных участков, соответственно через стояки I и XI.

Из этого рисунка видно, что разность давления во всех промежуточных стояках обеспечивает необходимое направление движения воды. Однако для стояка $VIII$ и особенно IX разность давления в подающей и обратной магистралях слишком велика. Для уменьшения ее изменяем диаметр участков 27—29 (см. табл. 13.12, где старые цифры поставлены в скобках), составляя участок 29 из труб $d_у=32$ мм ($l_1=5{,}5$ м) и $d_у=25$ мм ($l_2=2{,}5$ м). Окончательный график давления показан на рис. 13.27 пунктирной линией, а невязка составляет —1,7%.

Построение подобных эпюр циркуляционного давления рекомендуется при гидравлическом расчете ограниченного числа циркуляционных колец в двухтрубных системах отопления во избежание обратной циркуляции воды в отдельных стояках.

На примере рассчитанной выше насосной двухтрубной системы отопления проведем увязочный расчет циркуляционного кольца через прибор второго этажа.

Циркуляционное кольцо через стояк VII и прибор второго этажа

Располагаемое циркуляционное давление для гидравлического расчета не общих участков, параллельно соединенных с участком 10 основного циркуляционного кольца, находим по формуле (13.47) при $\Sigma(Rl+Z)_{10}=9{,}4$ кгс/м², $\beta=0{,}64$ (табл. 13.3) и $h_2=3{,}3$ м (рис. 13.26):

$$\Delta p_р^{II} = \Sigma\,(Rl + Z)_{10} + 0{,}4\,\beta h_2\,(t_г - t_о) =$$

$$= 9{,}4 + 0{,}4\cdot 0{,}64\cdot 3{,}3\,(95 - 70) = 9{,}4 + 21{,}1 = 30{,}5 \text{ кгс/м}^2,$$

$$R_{ср} = \frac{0{,}65\cdot 30{,}5}{9{,}6} = 2 \text{ кгс/м}^2 \text{ на 1 м}$$

Потеря давления на участках 33—35 (см. табл. 13.12) равна 28,8 кгс/м²; невязка 5,6%.

Гидравлический расчет циркуляционных колец через отопительные приборы расположенных выше этажей выполняется аналогично.

13.9. Гидравлический расчет горизонтальной однотрубной системы

Горизонтальная однотрубная насосная система относится к системам, при проектировании которых до гидравлического расчета делается предварительный тепловой расчет отопительных приборов с выявлением их размеров по усредненной величине теплопередачи через 1 м длины или по длине 1 экм (см. табл. 12.3), так как расчетная длина участков труб в горизонтальных ветвях системы связана с длиной приборов.

Отопительные приборы с греющими трубами $d_у=15...20$ мм включаются в каждую горизонтальную ветвь как последовательно соединенные расчетные участки (см. правые приборы третьего этажа на рис. 13.10).

Отопительные приборы с каналами и трубами $d_у=32...100$ мм проточные (см. приборы первого этажа на рис. 13.10) и проточно-регулируемые (при разностороннем присоединении труб) уменьшают длину соединяющих их труб; длина замыкающих участков, как правило, зависит от длины приборов (см. левые приборы второго этажа на рис. 13.10; исключение — правый прибор второго этажа на этом же рисунке).

В горизонтальной однотрубной системе, как и в двухтрубной, рассчитывают основное наиболее неблагоприятное циркуляционное кольцо. Для выбора основного кольца вычисляются наибольшее и наименьшее расчетное циркуляционное давление $\Delta p_р$ по формуле (13.5).

Наибольшее $\Delta p_р$ действует в циркуляционном кольце через горизонтальную ветвь верхнего этажа, естественное циркуляционное давление вычисляется в этом случае по формуле (13.11) с заменой высоты h_1 вертикальным расстоянием между условными центрами охлаждения воды в верхней ветви (см. черные точки на рис. 13.10) и центром нагревания. Протяженность этого кольца Σl также наибольшая.

Наименьшее $\Delta p_р$ действует в циркуляционном кольце через горизонтальную ветвь нижнего этажа, когда естественное циркуляционное давление вычисляется по формуле (13.11). Протяженность этого кольца Σl наименьшая.

Основным расчетным кольцом считается циркуляционное кольцо, в котором возможная средняя величина потери давления на 1 м длины получается наименьшей:

$$\Delta p_1 = \frac{\Delta p_р}{\Sigma l}\,. \qquad (13.49)$$

Если основное кольцо выбрано и рассчитано через горизонтальную ветвь первого этажа, то располагаемое циркуляционное давление для гидравлического расчета дополнительных не общих участков, соединяющих приборы второго этажа с горизонтальной ветвью приборов первого этажа, определяется по формуле (13.47). Величина $\Sigma(Rl+Z)_п$ в формуле (13.47) есть потеря давления (вычисленная при расчете основного кольца) в горизонтальной ветви первого этажа (между точками $В$ и $Г$ на рис. 13.10).

Если основное кольцо выбрано и рассчитано через горизонтальную ветвь верхнего n-го этажа, то располагаемое циркуляционное давление для гидравлического расчета лежащей ниже горизонтальной ветви n—1-го этажа определяется по формуле

$$\Delta p_р^{n-1} = \Sigma\,(Rl + Z)_п - 0{,}4\beta h_n'\,(t_г - t_о), \qquad (13.50)$$

где $\Sigma(Rl+Z)_п$ — потеря давления (ранее вычисленная) в участках, параллельно соединенных с новой ветвью (между точками $А$ и $Б$ на рис. 13.10), кгс/м²;

h_n — вертикальное расстояние между условными центрами охлаждения воды в ветвях n-го и n—1-го этажа, м.

Система рассчитывается по характеристике сопротивления труб. При гидравлическом расчете потеря давления в узле каждого отопительного прибора определяется по приведенному коэффициенту сопротивления узла $\zeta'_{уз}$, который находится по табл. 13.13.

Если отопительные приборы расположены в несколько рядов с параллельным движением воды в них, то приведенный коэффициент сопротивления узла может быть вычислен по формуле

$$\zeta'_{уз} = \frac{s_{уз}}{A\cdot 10^5}\,, \qquad (13.51)$$

где $s_{уз}$ определяется по формуле (13.17) в зависимости от числа параллельно соединенных труб приборов; A — принимается по табл. 13.5 для основного диаметра ветви (d_1 — по табл. 13.13).

Невязка расчетной потери давления в параллельно соединенных горизонтальных однотрубных ветвях допускается до 15%.

Пример 13.6. Произвести гидравлический расчет горизонтальных однотрубных ветвей двух верхних этажей (рис. 13.28) системы водяного отопления многоэтажного здания с нижней разводкой магистралей при расчетной температуре воды $t_г=95°$ С, $t_о=70°$ С.

В верхнем этаже применяются чугунные колончатые радиаторы М-140-АО, в лежащем ниже — стальные плинтусные конвекторы типа КП.

ТАБЛИЦА 13.13

ПРИВЕДЕННЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ СОПРОТИВЛЕНИЯ УЗЛА $\zeta'_{уз}$ ОТОПИТЕЛЬНОГО ПРИБОРА В ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ОДНОТРУБНОЙ СИСТЕМЕ ОТОПЛЕНИЯ

Приборный узел	Условный диаметр труб, мм d_1	d_2	d_3	Значение $\zeta'_{уз}$
Узел радиатора с обходным участком	15	15	15	12,8
	20	20	20	9,6
	25	25	25	28
Узел радиатора с обходным участком и трехходовым краном треста Сантехдеталь	15	15	15	10,2
	20	20	20	9,5
	25	20	25/20	20,2
	25	25	25	10,5
Узел радиатора с замыкающим участком	15	15	15	2,6
	15	15	20	1
	20	15	20	6,1
	20	20	20	1,9
	25	20	20	7
	25	25	20	1,5

Приборный узел	d_1	Число секций 4	8	12	16	20	24
Радиатор проточный при $v>0,1$ м/с	15	1,45	1,6	1,7	1,8	1,85	1,85
	20	1,5	1,9	2,25	2,6	2,9	3,2
	25	1,65	2,2	2,65	3	3,25	3,4
	32	1,8	2,6	3,7	5	6,5	8

Узел конвектора «Комфорт»:	Двухтрубного	Четырехтрубного d_1=15 мм	Четырехтрубного d_1=20 мм
проходного $l_п$=1 м	4	4,7	7,15
концевого $l_к$=1 м	5	4,95	8
Изменение $\zeta'_{уз}$ при отклонении $l_к$ от 1 м — на каждую 0,1 м	0,4	0,18	0,33

Примечания: 1. В эскизах сплошными линиями показаны трубы, сопротивление которых включено в значение $\zeta'_{уз}$.

2. Для отопительного прибора с одной проточной ребристой или гладкой трубой $\zeta'_{уз}$=1,5.

3. Для отопительных приборов с параллельно соединенными греющими трубами значение $\zeta'_{уз}$ определяется по форму-

Гидравлический расчет горизонтальной ветви верхнего этажа

Расход воды в ветви при тепловой нагрузке 6000 ккал/ч по формуле (13.20)

$$G_{\text{в}} = \frac{6000}{1\,(95-70)} = 240 \text{ кг/ч}.$$

Принимаем диаметр ветви и радиаторных проточно-регулируемых узлов $d_{\text{у}}=20$ мм.

Находим предварительное число секций каждого радиатора, пользуясь табл. 12.3 (на рис. 13.28 число секций указано в контуре радиаторов), и вычисляем общую длину двух участков стояков и межрадиаторных участков ветви, равную 25,7—(3,4+ +0,45·5)=20 м (принимая длину горизонтальных частей подводок к радиатору 0,45 м).

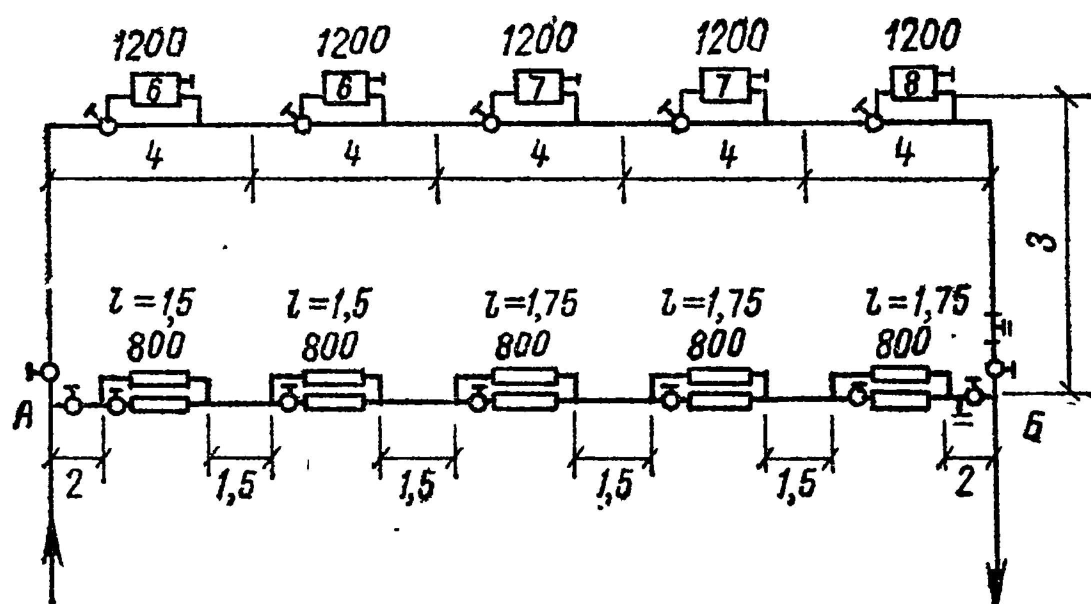


Рис. 13.28. Горизонтальные однотрубные ветви двух верхних этажей системы водяного отопления многоэтажного здания с нижней разводкой магистралей

Определяем сумму коэффициентов местных сопротивлений от точки *А* до точки *Б* по табл. 46.12 и 46.16:

два тройника на проходе при $\bar{G}_{\text{прох}}=0{,}6$	1,4·2=2,8
» проходных крана $d_{\text{у}}=20$ мм	1,3·2=2,6
» отвода $d_{\text{у}}=20$ мм	1,1·2=2,2
пять радиаторных узлов $d_{\text{у}}=20$ мм (по табл. 13.13)	9,6·5=48
тройник спускной на проходе при $\bar{G}_{\text{прох}}=1$	0,7
	$\Sigma\zeta_{\text{в}}=56{,}3$

Вычисляем характеристику сопротивления ветви по формуле (13.13) и данным табл. 13.5:

$$S_{\text{в}} = 0{,}325\,(1{,}8\cdot 20 + 56{,}3)\,10^{-4} = 30\cdot 10^{-4}\ \frac{\text{кгс/м}^2}{(\text{кг/ч})^2}$$

Находим потерю давления в ветви по формуле (13.12):

$$\Delta p_{\text{в}} = 30\cdot 10^{-4}\cdot 240^2 = 172{,}8 \text{ кгс/м}^2.$$

Гидравлический расчет горизонтальной ветви лежащего ниже этажа

Определяем располагаемое циркуляционное давление по формуле (13.50)

$$\Delta p_{\text{р}}^{\text{н}} = 172{,}8 - 0{,}4\cdot 0{,}64\cdot 3\,(95-70) = 153{,}6 \text{ кгс/м}^2.$$

Расход воды в ветви при тепловой нагрузке 4000 ккал/ч, считая $t_{\text{г}} - t_{\text{о}} = 25°$,

$$G_{\text{н}} = \frac{4000}{1\cdot 25} = 160 \text{ кг/ч}.$$

Принимаем по предварительному тепловому расчету, используя табл. 12.3, двухрядную установку плинтусных конвекторов типа 15КП и длину первых двух конвекторных блоков 1,5 м и последующих — 1,75 м (см. рис. 13.28).

Найдем характеристику сопротивления конвекторных блоков, предполагая, что через нижний конвектор с регулирующим вентилем перед ним протекает 40% (коэффициент затекания $\alpha_1=0{,}4$), а через верхний — 60% общего расхода воды в ветви.

Получаем по отдельному расчету по формуле (13.13) для конвекторных блоков $d_{\text{у}}=15$ мм:

длиной 1,5 м

$$S_1 = 30\cdot 10^{-4} \text{ при } l = 1{,}85 \text{ м};$$

$$S_2 = 15{,}4\cdot 10^{-4} \text{ при } l = 2{,}1 \text{ м};$$

длиной 1,75 м

$$S_1 = 31\cdot 10^{-4} \text{ при } l = 2{,}1 \text{ м};$$

$$S_2 = 16\cdot 10^{-4} \text{ при } l = 2{,}35 \text{ м}.$$

Определяем характеристики сопротивления конвекторных блоков, используя формулы (13.17) и (13.15):

$$S_{1,5} = \frac{1}{(\sigma_1+\sigma_2)^2} = \frac{1}{\left(\frac{100}{\sqrt{30}} + \frac{100}{\sqrt{15{,}4}}\right)^2} = \frac{1}{(18{,}3+25{,}5)^2} = 5{,}25\cdot 10^{-4};$$

$$S_{1,75} = \frac{1}{\left(\frac{100}{\sqrt{31}} + \frac{100}{\sqrt{16}}\right)^2} = 5{,}4\cdot 10^{-4}.$$

Проверяем правильность ранее выбранного коэффициента затекания по формуле (13.18) для одного из блоков:

$$\alpha_1 = \frac{1}{1+\frac{25{,}5}{18{,}3}} = 0{,}42,$$

что достаточно близко к предполагаемому значению (0,4).

Общая длина прямых участков ветви без длины конвекторных блоков 10 м (см. рис. 13.28).

Находим сумму коэффициентов местных сопротивлений от точки *А* до точки *Б* по табл. 46.12, 46.14—46.16:

два тройника 20×15 мм (II группа по табл. 46.15) на ответвлении при $\bar{G}_{\text{отв}}=\frac{160}{400}=0{,}4$ и делении и слиянии потоков	3+1=4
два проходных крана $d_{\text{у}}=15$ мм	3·2=6
тройник спускной на проходе при $\bar{G}_{\text{прох}}=1$	0,7
	$\Sigma\zeta_{\text{н}}=10{,}7$

Вычисляем характеристику сопротивления ветви по формулам (13.13), (13.16) и данным табл. 13.5:

$$S_{\text{н}} = [1{,}08\,(2{,}7\cdot 10+10{,}7) + 5{,}25\cdot 2 + 5{,}4\cdot 3]\,10^{-4} = 67{,}5\cdot 10^{-4}.$$

Определяем потерю давления в ветви по формуле (13.12):

$$\Delta p_{\text{н}} = 67{,}5\cdot 10^{-4}\cdot 160^2 = 172{,}7 \text{ кгс/м}^2.$$

Невязка:

$$\frac{153{,}6-172{,}7}{153{,}6}\,100 = -12{,}5 < 15\%.$$

При фактическом расходе воды в ветви

$$G_{\text{н}}^{\text{ф}} = \sqrt{\frac{\Delta p_{\text{р}}^{\text{н}}}{S_{\text{н}}}} = \sqrt{\frac{153{,}6\cdot 10^4}{67{,}5}} = 151 \text{ кг/ч}$$

температура обратной воды понизится до

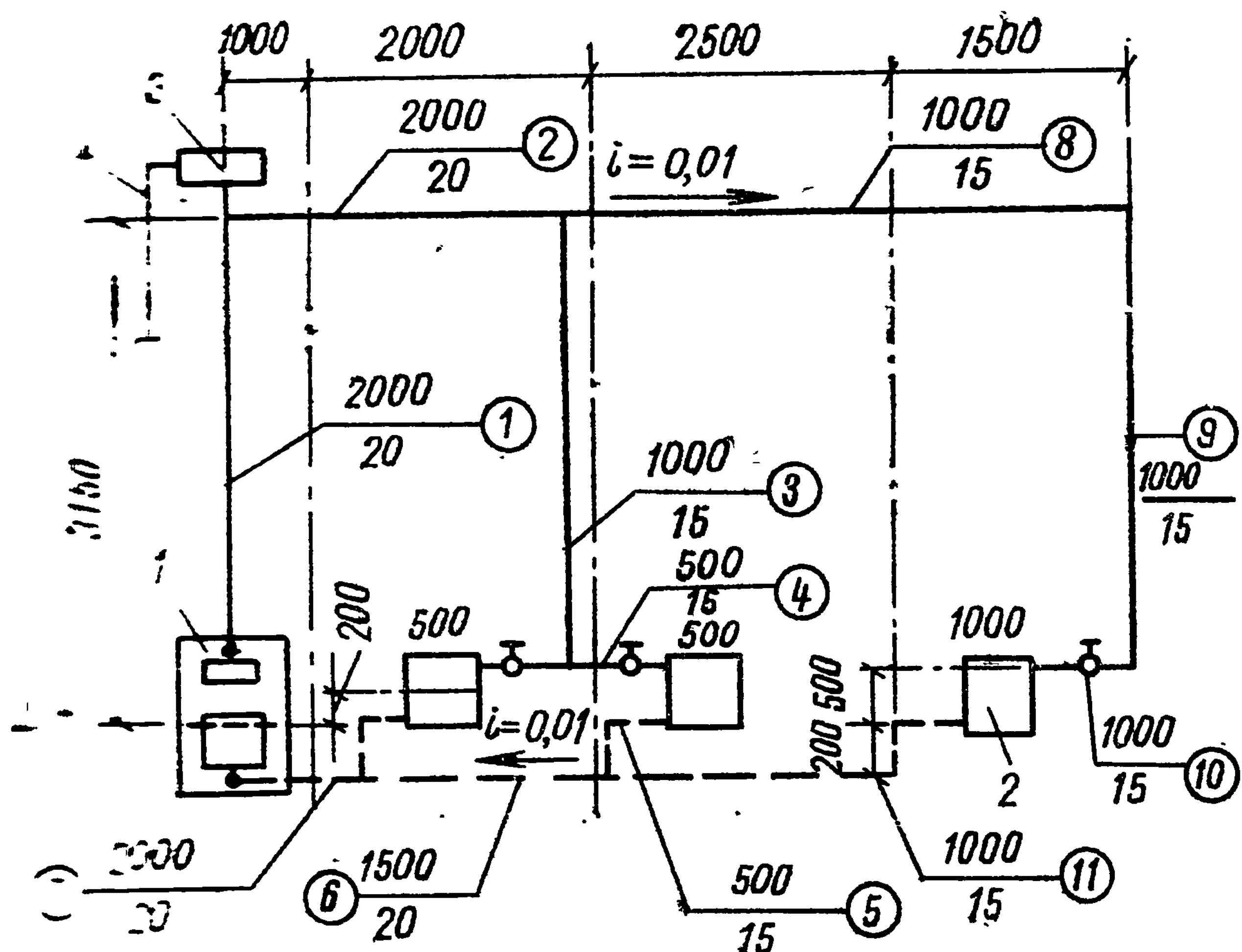
$$t_{\text{о}}^{\text{ф}} = 95 - \frac{4000}{1\cdot 151} = 95 - 26{,}5 = 68{,}5°\text{ C}$$

с увеличением перепада температуры воды в ветви на 6%.

На основании гидравлического расчета должен быть выполнен окончательный тепловой расчет отопительных приборов.

13.10. Гидравлический расчет гравитационной системы

...равлический расчет гравитационной системы ... многоэтажного здания, в которой циркуляция ... в основном в результате охлаждения воды ...тельных приборах [см. первое слагаемое в фор... ...], выполняется по второму методу с равным ... температуры воды в стояках (с использова... ...териалов и указаний пп. 13.6—13.9).



...13.29. Квартирная двухтрубная система водяного ...ния (ц. н. — центр нагревания в котле; вертикаль... ...трихпунктирные линии — оси межкомнатных перегородок)

... котел, 2 — отопительный прибор; 3 — расширительный бак; 4 — переливная труба

...равитационная система отопления малоэтажного ...ния (рис. 13.29), в которой котел помещается на од... уровне с отопительными приборами, называется ...ной и чаще всего выполняется двухтрубной с ... разводкой. В такой системе расширительный ... присоединяется к главному стояку, помещается в ... помещении и снабжается переливной трубой ... = ... мм, которая выводится в раковину. Емкость ба... ...нимается по формуле

$$V_{р.б} = 2Q_с, \qquad (13.52)$$

... — тепловая мощность системы отопления, тыс. ккал/ч.

...клон труб $i = 0{,}01$ делается с целью удаления воз... ...рез расширительный бак и опорожнения системы ...

...дравлический расчет гравитационной квартирной ...мы, в которой циркуляция происходит в основ... ...м влиянием охлаждения воды в трубах [см. второе слагаемое в формуле (13.7)], выполняется в два ...

...а первом этапе, задаваясь величиной расчетного ...ционного давления в системе и расходом воды ... участках, выбирают предварительный диаметр ... На втором этапе после теплового расчета труб ...ляют действительную величину естественного ...ционного давления, возникающего при охлаждении воды в трубах, и выявляют необходимость уточнения предварительного гидравлического и теплового расчетов.

Расчетное циркуляционное давление для предварительного гидравлического расчета гравитационной квартирной системы водяного отопления находится по эмпирическим формулам:

для двухтрубной системы

$$\Delta p_р = bh_г(l + h_г) \pm \beta h_1 (t_г - t_о); \qquad (13.53)$$

для однотрубной системы

$$\Delta p_р = b\frac{h_г}{2}\Sigma l \pm \beta h_1 (t_г - t_о), \qquad (13.54)$$

где $h_г$ — вертикальное расстояние от условного центра нагревания воды в котле (принимается на 250 мм выше колосниковой решетки) до верхней горизонтальной трубы, м;

l — горизонтальное расстояние от главного стояка до расчетного, м;

Σl — общая длина последовательно соединенных участков расчетного циркуляционного кольца, м;

b — коэффициент, равный: при неизолированных трубах или тепловой изоляции только главного стояка 0,4; при изолированных главном стояке и обратной магистрали 0,34; при всех изолированных трубах 0,16.

Второе слагаемое, принятое по формуле (13.11), получает знак плюс, если центр охлаждения воды в отопительных приборах выше условного центра нагревания воды в котле, и минус, если ниже.

Первое слагаемое в формулах (13.53) и (13.54) ориентировочно выражает естественное циркуляционное давление, возникающее от охлаждения воды в трубах. Для его увеличения рекомендуется уменьшать охлаждение воды в главном стояке и нижних горизонтальных трубах и, напротив, увеличивать охлаждение воды в верхних горизонтальных трубах, а также располагать котел ниже отопительных приборов (не поднимая приборы над полом выше обычного уровня).

Основное циркуляционное кольцо при гидравлическом расчете гравитационной квартирной системы отопления выбирается по правилу, приведенному в п. 13.8, с использованием формулы (13.49). Гидравлический расчет проводится по методу, также изложенному в п. 13.8, причем расход воды на участках циркуляционного кольца определяют по формуле (13.20) в предположении, что теплопотеря каждого помещения возмещается только через отопительные приборы при охлаждении воды в них на 20°.

После выбора диаметра всех труб вычисляется теплопередача в помещения каждого участка труб и определяется температура воды в конце каждого участка (начиная от котла и считая там $t_н = t_г$) по формуле

$$t_к = t_н - \Delta t_{уч}, \qquad (13.55)$$

где $\Delta t_{уч}$ — понижение температуры воды по длине l участка:

$$\Delta t_{уч} = \frac{q_1 l}{cG_{уч}}, \qquad (13.56)$$

здесь q_1 — теплопередача 1 м трубы в помещение с температурой $t_в$, ккал/ч; принимается по рис. 12.2 и по табл. 46.22 в зависимости от разности температур $t_{ср} - t_в$ (на коротких участках допускается расчет по $t_н - t_в$);

$G_{уч}$ — расход воды на участке, кг/ч; берется из предварительного гидравлического расчета.

Далее рассчитывается действительное естественное циркуляционное давление в основном кольце системы $\Delta p_д$ по формулам (13.8) и (13.11). При сопоставлении его с потерей давления в этом же кольце, полученной в результате предварительного гидравлического расчета, возможны случаи:

а) $\Sigma(Rl+Z)=(0.85-1)\Delta p_д$ — предварительные гидравлический и тепловой расчеты оставляются без изменения;

б) $\Sigma(Rl+Z)=(0,7-0,85)\Delta p_д$ или $\Sigma(Rl+Z)=$ $=(1-1,15)\Delta p_д$ — требуется изменение предварительного гидравлического расчета, тепловой расчет может не уточняться;

в) $0,7\ \Delta p_д > \Sigma(Rl+Z) > 1,15\ \Delta p_д$ — требуется изменение и гидравлического и теплового расчета системы.

Площадь нагревательной поверхности отопительных приборов рассчитывается на основании известных из теплового расчета труб величин: теплопередачи трубами $Q_{тр}$ и температуры воды $t_{вх}$, поступающей в приборы. Тепловая нагрузка отопительного прибора составляет:

$$Q_{пр}=Q_п-Q_{тр}, \qquad (13.57)$$

где $Q_п$ — расчетная теплопотеря помещения, ккал/ч;

$Q_{тр}=\Sigma q_1 l$ — теплопередача трубами в пределах помещения, ккал/ч.

Средняя расчетная температура воды в отопительном приборе

$$t_{ср}=t_{вх}-\frac{Q_{пр}}{2cG_{пр}}, \qquad (13.58)$$

где $G_{пр}$ — расход воды в отопительном приборе, кг/ч; берется из гидравлического расчета.

Пример 13.7. Произвести тепловой и гидравлический расчет труб гравитационной квартирной двухтрубной системы водяного отопления с верхней разводкой при расчетной температуре воды $t_г=95°$, $t_о=70°$ С, изображенной на рис. 13.29. Середина высоты отопительных приборов находится над условным центром нагревания воды в котле, причем $h_1=0,2$ м. Главный стояк системы покрывается тепловой изоляцией ($\eta_{из}=0,75$). Расчетная температура воздуха в помещениях $t_в=18°$ С.

Выбор основного циркуляционного кольца

Определяем расчетное циркуляционное давление по формуле (13.53) в двух циркуляционных кольцах через дальний и средний отопительные приборы:

$$\Delta p_р^д=0,4\cdot3,15\ (7+3,15)+0,64\cdot0,2\ (95-70)=16\ кгс/м^2;$$

$$\Delta p_р^с=0,4\cdot3,15\ (3+3,15)+0,64\cdot0,2\ (95-70)=10,95\ кгс/м^2.$$

Находим по формуле (13.49) возможную среднюю потерю давления на 1 м длины каждого циркуляционного кольца:

$$\Delta p_1^д=\frac{16}{18,7}=0,86;\quad \Delta p_1^с=\frac{10,95}{12,6}=0,86\ кгс/м^2\ на\ 1\ м.$$

За основное принимается циркуляционное кольцо через средний отопительный прибор.

Предварительный гидравлический расчет системы

Вычисляем среднюю ориентировочную величину линейной потери давления на 1 м в основном циркуляционном кольце по формуле (13.46):

$$R_{ср}=\frac{0,5\cdot10,95}{12,6}=0,43\ кгс/м^2\ на\ 1\ м$$

Подбираем диаметр труб исходя из расхода воды на участках, найденного в предположении, что теплопотери помещений возмещаются только отопительными приборами при охлаждении воды в них на 20°, по методу, рассмотренному в п. 13.8.

Определяем сумму коэффициентов местных сопротивлений (по табл. 46.12—46.16).

Участок *1*:

внезапное сужение	0,5
отвод $d_у=20$ мм при $v=0,077$ м/с	1,2
	$\Sigma\zeta_1=1,7$

Участок *2*:

тройник на ответвлении при $\bar G_{отв}=1$ . . . $\zeta_2=2,3$

Участок *3*:

тройник на ответвлении при $\bar G_{отв}=0,5$ и $\bar d=0,74$ . . . $\zeta_3=2$

Участок *4*:

тройник на растекании при $\bar G_{отв}=0,5$	6,3
кран двойной регулировки $d_у=15$ мм	4
утка $d_у=15$ мм при $v=0,035$ м/с	2,4
вход в радиатор при $d_у=15$ мм и $v=0,035$ м/с	1,6
	$\Sigma\zeta_4=14,3$

Участок *5*:

выход из радиатора при $d_у=15$ мм и $v=0,035$ м/с	1,6
утка $d_у=15$ мм при $v=0,035$ м/с	2,4
отвод $d_у=15$ мм при $v=0,035$ м/с	3,6
тройник на ответвлении при $\bar G_{отв}=0,33$; $\bar d=0,74$	0,3
	$\Sigma\zeta_5=7,9$

Участок *6*:

тройник на проходе при $\bar G_{пр}=0,75$ . . $\zeta_6=0,93$

Участок *7*:

отвод $d_у=20$ мм при $v=0,077$ м/с	1,2
внезапное расширение	1
	$\Sigma\zeta_7=2,2$

Результаты гидравлического расчета приведены в табл. 13.14.

Тепловой расчет системы

Тепловой расчет начинаем с участка *1* при начальной температуре воды 95° С. Результаты расчета сведены в табл. 13.15. При заполнении графы 8 использованы: для вертикальных труб — рис. 12.2, горизонтальных труб — вспомогательная табл. 46.22, графы 11 — формула (13.56), графы 12 — формула (13.55).

Окончательный гидравлический расчет системы

Находим действительное естественное циркуляционное давление в двух рассчитанных кольцах по формулам (13.8) и (13.11):

$$\Delta p_д^с=1,9\ (962,27-961,92)+3,15\ (963,92-962,27)+$$
$$+1,8\ (966,01-963,92)+0,45\ (966,81-966,01)+$$
$$+0,2\ (973,19-966,81)-0,05\ (973,74-973,19)-$$
$$-0,15\ (973,98-973,74)-0,25\ (979,56-978,94)-$$
$$-0,25\ (979,93-979,56)=11,26-0,31=10,95\ кгс/м^2;$$

$$\Delta p_д^д=1,9\ (962,27-961,92)+3,15\ (963,92-962,27)+$$
$$+3,15\ (967,14-963,92)+1,8\ (968,98-967,14)+$$
$$+0,45\ (969,3-968,98)+0,2\ (978,5-969,3)-$$
$$-0,05\ (978,71-978,5)-0,15\ (978,8-978,71)-$$
$$-0,25\ (979,82-978,8)-0,25\ (979,56-978,94)-$$
$$-0,25\ (979,93-979,56)=21,3-0,53=20,77\ кгс/м^2.$$

ТАБЛИЦА 13.14

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ КВАРТИРНОЙ СИСТЕМЫ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ

Участок	Q, ккал/ч	G, кг/ч	l, м	$d_у$, мм	v, м/с	R, кгс/м² на 1 м	Rl, кгс/м²	$\Sigma\zeta$	Z, кгс/м²	$Rl+Z$, кгс/м²
Основное циркуляционное кольцо через средний прибор										
$\Delta p_р^с=10{,}95$ кгс/м²; $R_{ср}=0{,}43$ кгс/м² на 1 м										
1	2000	100	2,5	20	0,077	0,55	1,39	1,7	0,5	1,89
2	2000	100	3	20	0,077	0,55	1,65	2,3	0,7	2,35
3	1000	50	2,7	15	0,072	0,75	2,02	2	0,52	2,54
4	500	25	0,5	15	0,035	0,22	0,11	14,3	0,87	0,98
5	500	25	0,7	15	0,035	0,22	0,15	7,9	0,48	0,63
6	1500	75	1,7	20	0,06	0,34	0,58	0,93	0,17	0,75
7	2000	100	1,5	20	0,077	0,55	0,82	2,2	0,65	1,47
			12,6					$\Sigma(Rl+Z)_с=10{,}61$		
Циркуляционное кольцо через дальний прибор										
$\Delta p_р=\Sigma(Rl+Z)_{3-5}+(\Delta p_р^д-\Delta p_р^с)=4{,}15+(16-10{,}95)=9{,}2$ кгс/м², $R_{ср}=0{,}45$ кгс/м² на 1 м										
8	1000	50	4	15	0,072	0,75	3	2,7	0,7	3,7
9	1000	50	2,7	15	0,072	0,75	2,04	2,8	0,73	2,77
10	1000	50	0,5	15	0,072	0,75	0,37	5,8	1,51	1,88
11	1000	50	3,1	15	0,072	0,75	2,33	6,75	1,75	4,08
			10,3							12,43
										$\Sigma(Rl+Z)_{1,\ 2,\ 6,\ 7}=6{,}46$
										$\Sigma(Rl+Z)_д=18{,}89$

ТАБЛИЦА 13.15

ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ КВАРТИРНОЙ СИСТЕМЫ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ

Участок	$G_{уч}$, кг/ч	$l_{уч}$, м	$d_у$, мм	$t_н$, °C	$t_в$, °C	$t_н-t_в$, °C	q_1, ккал/(м·ч)	$1-\eta_{из}$	$q_1 l_{уч}$, ккал/ч	$\Delta t_{уч}$, °C	$t_к$, °C	$\gamma_к$, кг/м³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	100	2,5	20	95	18	77	75	0,25	47	0,5	94,5	962,27
2	100	3	20	94,5	18	76,5	80,5	—	242	2,4	92,1	963,92
3	50	2,7	15	92,1	18	74,1	57	—	154	3,1	89	966,01
4	25	0,5	15	89	18	71	59	—	29,5	1,2	87,8	966,81
Прибор	25	—	—	87,8	18	—	—	—	250*	10	77,8	973,19
5	25	0,7	15	77,8	18	59,8	46	—	32	1,3	76,5	973,98
6	75	1,7	20	68**	18	50	49	—	83	1,1	66,9	979,56
7	100	1,5	20	66,9***	18	48,9	46,5	—	70	0,7	66,2	979,93
8	50	4	15	92,1	18	74,1	59,5****	—	238	4,8	87,3	967,14
9	50	2,7	15	87,3	18	69,3	51****	—	138	2,8	84,5	968,98
10	50	0,5	15	84,5	18	66,5	53,5	—	27	0,5	84	969,3
Прибор	50	—	—	84	18	—	—	—	760*	15,2	68,8	978,5
11	50	3,1	15	68,8	18	50,8	38,5	—	119	2,4	66,4	979,82

* Тепловые нагрузки приборов найдены по формуле (13.57) с учетом полезной теплопередачи труб, находящихся в помещениях.

** $t_н^6=\dfrac{25\cdot76{,}5+50\cdot66{,}4}{75}=68°$ C; $\gamma_н^6=978{,}94$ кг/м³.

*** Принято $t_н^7=t_к^6$ без учета слияния потоков.

**** Теплопередача труб вычислена по $t_{ср}-t_в$.

Сопоставляем потерю давления в циркуляционных кольцах по предварительному расчету с действительным циркуляционным давлением и получаем запасы:

в кольце через средний прибор

$$\frac{10,95-10,61}{10,95}\,100=3,1\%;$$

в кольце через дальний прибор

$$\frac{20,77-18,89}{20,77}\,100=9,1\%,$$

которые могут быть допущены.

Предварительный гидравлический расчет и тепловой расчет системы считаем окончательными.

Площадь нагревательной поверхности отопительных приборов определяем для среднего прибора — по тепловой нагрузке $Q_{пр}=250$ ккал/ч, расходу $G_{пр}=25$ кг/ч и средней температуре воды в нем $t_{ср}=0,5\,(87,8+77,8)=82,8$ °С (см. табл. 13.15), для дальнего прибора — по $Q_{пр}=760$ ккал/ч, $G_{пр}=50$ кг/ч и $t_{ср}=0,5\,(84+68,8)=76,4$ °С.

Глава 14. ПАРОВОЕ ОТОПЛЕНИЕ НИЗКОГО И ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

Системы парового отопления, работающие при давлении 0,7 кгс/см² и менее, называют системами низкого давления, а системы, работающие при давлении свыше 0,7 кгс/см², — системами высокого давления.

Область применения систем парового отопления в зависимости от назначения здания и характера производства приведена в табл. 10.1.

Преимущества систем парового отопления по сравнению с системами водяного отопления состоят в следующем:

а) меньшее сечение трубопроводов;

б) уменьшение поверхности нагревательных приборов примерно на 25—30%;

в) обеспечение быстрого прогрева здания и быстрого прекращения работы системы;

г) возможность применения систем в зданиях с любым числом этажей.

Недостатки систем парового отопления:

а) сложность центрального регулирования теплоотдачи нагревательных приборов (работа с «пропусками» пара);

б) частичное разложение органической пыли на поверхности нагревательных приборов;

в) пониженный срок службы трубопроводов, особенно «сухих» конденсатных трубопроводов;

г) повышенные потери тепла паропроводами;

д) невозможность качественного регулирования температуры теплоносителя.

14.1. Классификация систем парового отопления

Схемы систем парового отопления могут быть условно классифицированы на следующие:

по соединению с атмосферой — на открытые (рис. 14.1) и закрытые (рис. 14.2);

по способу возврата конденсата в котел или тепловой пункт — на схемы с непосредственным возвратом конденсата за счет гидростатического или остаточного (предусматриваемого) давлений и схемы с возвратом конденсата насосом (см. рис. 14.2);

по трассировке трубопроводов — на вертикальные двухтрубные и горизонтальные однотрубные.

Конденсатопроводы в зависимости от вида перемещаемой среды и характера работы бывают:

а) сухие, частично заполненные конденсатом, а частично воздухом;

б) мокрые, полностью заполненные конденсатом;

в) напорные, по которым конденсат перемещается насосом либо за счет гидростатического давления, создаваемого разностью отметок, либо за счет остаточного давления пара (например, в бачке-сепараторе);

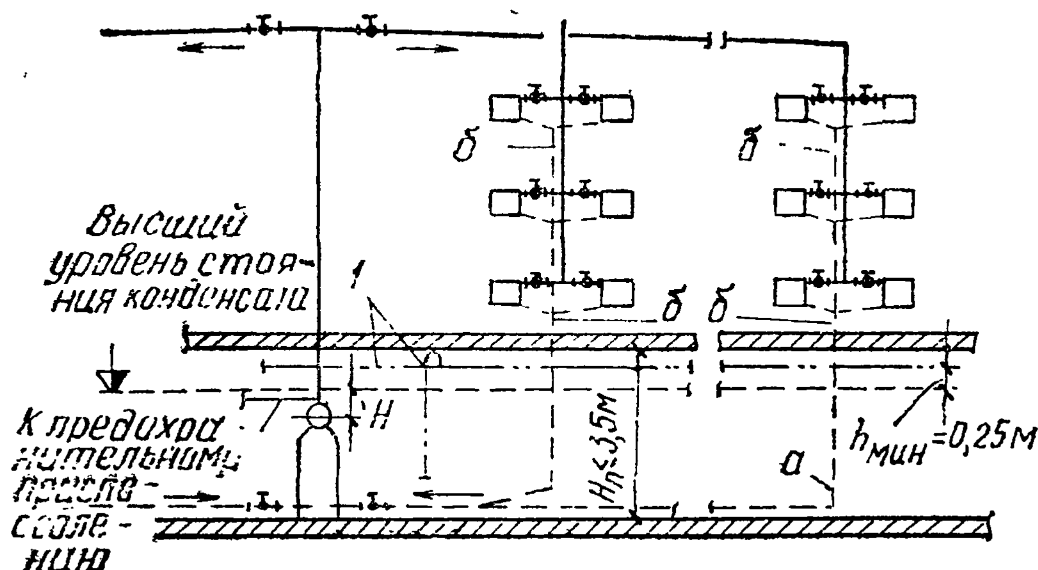


Рис. 14.1. Система отопления низкого давления. Схема открытая двухтрубная вертикальная с верхней разводкой и мокрым конденсатопроводом (с возвратом конденсата самотеком в котел)

а — мокрый конденсатопровод; *б* — сухой конденсатопровод; *1* — воздушная труба с $d=15$ мм

Примечание. $H=10\,p_к$ ($p_к$ — расчетное давление в котле, кгс/см²)

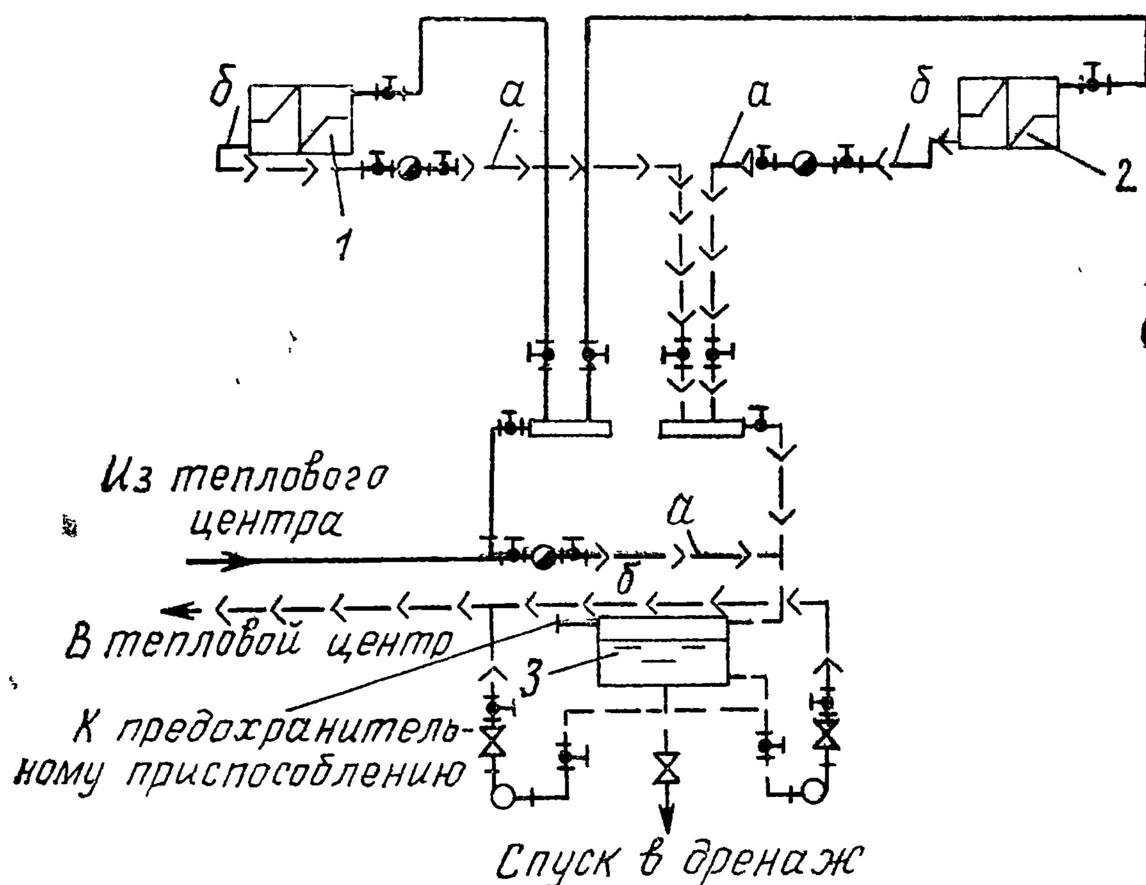


Рис. 14.2. Система отопления высокого давления. Схема закрытая (с возвратом конденсата в тепловой центр насосом)

а — двухфазный конденсатопровод; *б* — напорный конденсатопровод; *1* — первая система высокого давления; *2* — вторая система высокого давления; *3* — конденсатный бак

Примечание. Перелив из закрытого конденсатного бака производится через переливную трубу с рычажным клапаном и поплавковым регулятором

г) напорные (двухфазные), по которым совместно с конденсатом перемещается пролетный пар и пар вторичного вскипания.

14.2. Указания по выбору схем систем парового отопления

Паро- и конденсатопроводы систем парового отоп... с радиаторами, конвекторами и другими нагрева... приборами, а также систем для производст... нужд должны быть самостоятельными, не свя... с трубопроводами агрегатов воздушного отоп... вентиляционных камер и горячего водоснаб...

Вертикальные двухтрубные схемы систем отопле... могут быть:

а) с верхней разводкой паро- и конденсатопроводов ... воздушно-отопительными рециркуляционными агре... в одноэтажных промышленных зданиях;

Примечание. Для паровоздушных агрегатов, работа... на наружном воздухе, конденсатопроводы следует прокла... ниже агрегатов во избежание возможного замерзания ...

б) с верхней разводкой паропровода при наличии ... или при возможности прокладки его под по... верхнего этажа здания;

в) со средней разводкой паропровода при проклад... его под потолком какого-либо из нижележащих ...

г) с нижней разводкой паропровода при невозмож... прокладки его под потолком какого-либо из эта... или при отсутствии чердака.

Примечание. В системах со средней или нижней раз... паропроводов стояки, по которым образующийся конден... направляется против движения пара, должны иметь высоту ... более 8 м. Горизонтальные однотрубные проточные системы ... применять в одно- и двухэтажных зданиях объемом до ... не требующих регулировки температуры помещений.

14.3. Указания по выбору способов возврата конденсата

Возврат конденсата от систем парового отопления ... котел или тепловой пункт следует во избежание по... ной коррозии труб производить по закрытой схе... (см. рис. 14.2). Открытые схемы допускается приме... лишь в особых случаях.

В отличие от схемы на рис. 14.1 при закрытых схе... конденсатные баки не должны иметь атмосферных ... В баках предусматривается избыточное давление ... 0,05—0,15 кгс/см². Это давление ограничивается ... охранительным приспособлением, допускающим по... ние давления выше указанного не более чем на ...—0,1 кгс/см².

В открытых схемах систем отопления низкого дав... применяют сухой конденсатопровод.

В замкнутых схемах систем парового отопления ... давления для уменьшения заглубления котель... применяют мокрый конденсатопровод.

Возврат конденсата от паровых систем отопления ... го давления непосредственно в котел по замкну... схеме допускается лишь в тех случаях, когда для ... не требуется заглубления котельной более чем ...5 м от уровня ее потолка.

В других случаях применяется разомкнутая схема ... установкой конденсатного бака и насоса.

Возврат конденсата непосредственно в тепловой ... без специальных сепарирующих устройств (ба... сепаратор или конденсатный бак) допускается лишь ... тех случаях, когда невозможно или нецелесообразно ... пользовать пар вторичного вскипания и пролет... пар.

Примечание. Пар вторичного вскипания образуется вследствие вскипания части конденсата при падении давления в конденсатоотводчиках или при подъеме конденсата в вертикальных участках конденсатопровода.

Возврат конденсата насосом осуществляют в том случае, если суммарная величина остаточного и гидростатического давлений не обеспечивает следующих минимальных скоростей движения конденсата:

v, м/с	0,3	0,65	0,8	1	1,5
d, мм	15	20	25	32	40 и более

14.4. Конструктивные указания

1. Принципы трассировки сети трубопроводов по зданию те же, что и при водяном отоплении. Магистральные паропроводы в зданиях выше двух этажей во избежание больших теплопотерь рекомендуется прокладывать под потолком одного из этажей (средняя разводка).

2. Прокладку трубопроводов, как правило, применяют открытую. Подпольная прокладка допускается при невозможности осуществления открытой прокладки или при использовании каналов для промышленных разводок.

3. Обводные паро- и конденсатопроводы устраивают по схемам, приведенным на рис. 14.3.

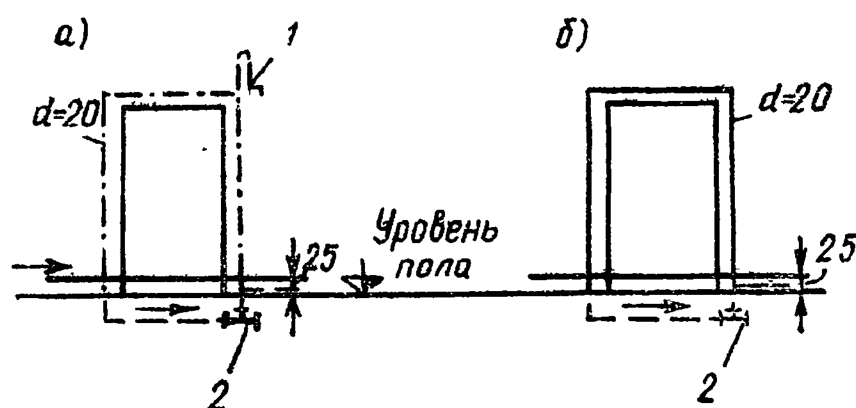


Рис. 14.3. Схема устройства обводных трубопроводов у дверных проемов

а — при мокрых конденсатопроводах; *б* — при паропроводах и сухих конденсатопроводах; *1* — воздушный кран; *2* — тройник с пробкой

4. Воздух из паровых систем отводят через воздушные сборники с автоматическими вантузами, а также через воздушные трубки ($d = 15$ мм) с кранами, установленными на конденсатопроводе перед конденсатоотводчиками и в конечных точках.

5. Осушку паровых магистралей осуществляют в местах подъемов; при нижней разводке — в конце паропровода, применяя для этого конденсатоотводчики или гидравлические затворы.

6. О схемах присоединения местных систем к внешним тепловым сетям см. раздел V.

7. Уклоны магистральных трубопроводов принимают:

для паропроводов: по направлению движений пара — не менее 0,002; против движения — не менее 0,005;

для конденсатопроводов (по направлению движения конденсата): сухих и мокрых — не менее 0,005; прочих — не менее 0,002.

Уклон ответвлений к нагревательным приборам должен составлять 10 мм на всю длину подводки.

8. О компенсации тепловых удлинений см. главу 13.

9. О противопожарных требованиях см. главу 13.

14.5. Применение арматуры

В системах парового отопления предусматривают следующую запорно-регулировочную (паровую) арматуру.

У местных нагревательных приборов (теплообменников) устанавливают:

а) в системах отопления высокого давления — вентиль на паровой подводке и термодинамический или термостатический конденсатоотводчик на конденсатной подводке;

б) в системах отопления низкого давления — вентиль на паровой подводке и тройник с пробкой на конденсатной подводке.

У калориферов устанавливают:

а) на паровых подводках к каждому ряду калориферов — воздушный кран и вентиль (кроме первого ряда по ходу холодного воздуха в вентиляционных системах), а также один общий вентиль для выключения установки в целом;

б) на общем конденсатопроводе — воздушный и спускной краны, а также конденсатоотводчик с комплектом вентилей.

На вводах трубопроводов в здание и отдельных ветвях системы отопления устанавливают паровые вентили для полного или частичного ее выключения.

В горизонтальных однотрубных проточных системах отопления устанавливают вентили в начале и конце этажных веток.

Как в закрытых системах отопления, так и в открытых (в зданиях выше четырех-пяти этажей) предусматривают вентили и тройники с пробками на случай спуска конденсата из стояков системы.

На стояках, расположенных на лестничных клетках, вентили рекомендуется устанавливать независимо от количества этажей (в закрытых и открытых системах отопления).

Диаметры вентилей, устанавливаемых у конденсатоотводчиков и на обводной линии, следует принимать по диаметру входного отверстия конденсатоотводчика.

За конденсатоотводчиками, работающими со сбросом конденсата в общий конденсатопровод, при подъеме конденсата на высоту следует устанавливать обратные клапаны, если они не предусмотрены в конструкции конденсатоотводчика.

14.6. Расчет паропроводов

А. ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ ПАРА

Давление пара, кгс/см², перед расчетным нагревательным прибором до вентиля в системах отопления низкого давления без конденсатоотводчиков следует принимать:

а) при самотечном конденсатопроводе по формуле

$$p_2 = 0,02;$$

б) при напорном конденсатопроводе по формуле

$$p_2 = \frac{p_3}{0,95}, \qquad (14.1)$$

где p_3 — давление в конденсатопроводе после нагревательного прибора, кгс/см².

Давление пара, кгс/см², перед расчетным прибором до вентиля в системах отопления низкого давления при наличии конденсатоотводчиков определяют по формуле (однако оно должно быть не менее 0,35 кгс/см²):

$$p_2 = \frac{p_4}{0,4}, \qquad (14.2)$$

где p_4 — давление в конденсатопроводе после конденсатоотводчика, кгс/см².

Давление пара, кгс/см², перед расчетным теплообменником до вентиля в системах отопления высокого давления определяют по формуле

$$p_2 = \frac{p_4}{0,7}. \qquad (14.3)$$

Максимальное давление пара в радиаторах, конвекторах, калориферах не должно превышать 6 кгс/см²; для водоподогревателей его принимают по заводским паспортам.

Давление пара в начале паровой магистрали или у котла принимают:

а) в системах отопления низкого давления в зависимости от длины l паропровода от ввода или котла до наиболее удаленного нагревательного прибора:

l, м	100	100—200	200—300
p_1, кгс/см² . . .	0,05—0,1	0,1—0,2	0,2—0,3

При использовании калориферов применяют более высокое давление (до 0,6 кгс/см²);

б) в системах отопления высокого давления — в соответствии с давлением на вводе в здание.

Предельные скорости пара в системах отопления приведены в табл. 14.1.

ТАБЛИЦА 14.1

ПРЕДЕЛЬНЫЕ СКОРОСТИ ПАРА В СИСТЕМАХ ОТОПЛЕНИЯ

Диаметры трубопроводов (условные), мм	Предельные скорости пара, м/с, при давлении на вводе, кгс/см²		
	до 0,7 при движении пара и конденсата		более 0,7 при попутном движении пара и конденсата
	попутном	встречном	
15	14	10	25
20	18	12	40
25	22	14	50
32	23	15	55
40	25	17	60
50	30	20	70
Более 50	30	20	80

Примечание. Предельные скорости движения пара в системах с давлением пара на вводе более 0,7 кгс/см² при встречном движении пара и конденсата следует принимать с коэффициентом 0,7 от значений, приведенных в таблице для попутного движения.

Максимальная температура пара, допускаемая в системах отопления, в зависимости от назначения и характера отапливаемых помещений приведена в главе 10 и табл. 1.3.

Если в каких-либо помещениях требуется более низкая температура, чем в остальных, давление пара снижают дросселированием до величины, обеспечивающей нужную температуру.

Когда на вводе в здание имеется перегретый пар, температура которого превышает допустимые пределы,

... необходимо охладить в поверхностных охладителях ... охладителях смешения [1].

Если после понижения температуры пар должен остаться перегретым, применяют поверхностные охладители. Если же после понижения температуры пар может быть как перегретым, так и насыщенным, то применяют охладители смешения.

При перегретом паре или перегреве пара в результате дросселирования снижать этот перегрев в системах отопления, вентиляции и горячего водоснабжения по технико-экономическим соображениям не следует.

Температуру перегретого пара после дросселирования определяют по начальной сухости влажности насыщенного пара до дросселирования (95—98%).

Параметры насыщенного пара приведены в табл. 1.3.

Б. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ПАРОПРОВОДОВ

Потери давления, кгс/м², в паропроводах определяют по формуле

$$H=\Sigma(Rl+Z), \qquad (14.4)$$

где R — удельные потери давления на трение (на 1 пог. м длины участка паропровода), кгс/м²;
l — длина участка расчетной ветви паропровода, м;
Z — потери давления на местные сопротивления, кгс/м².

В системах отопления высокого давления потери давления на местные сопротивления могут быть заменены потерей давления на трение в трубе эквивалентной длины $l_{экв}$, м (табл. 46.7 раздела IX).

Тогда

$$H=\Sigma[R(l+l_{экв})]=\Sigma(Rl_{общ}). \qquad (14.5)$$

За длину расчетной ветви считают длину паропровода от ввода или котла до наиболее удаленного нагревательного прибора (теплообменника).

Значения коэффициентов местных сопротивлений принимают по табл. 46.12—46.20 раздела IX.

Потери давления на местные сопротивления ориентировочно берут в следующих размерах от общих потерь давления в расчетной ветви паропровода: 35% — в системах отопления низкого давления, 20% — в системах отопления высокого давления.

Удельные потери давления на трение рекомендуется принимать: для труб начальных участков — выше $R_{ср}$, для труб конечных стояков — ниже $R_{ср}$.

Значения $R_{ср}$ для систем парового отопления низкого и высокого давления определяют соответственно по формулам (14.6) и (14.8).

Согласно СНиП в системах парового отопления потери давления во взаимосвязанных частях систем не должны отличаться более чем на 25%.

Для преодоления сопротивлений, не учтенных расчетом, необходимо оставлять запас давления до 10% расчетного.

Расчет паропроводов двухтрубных систем отопления низкого давления

Ориентировочную среднюю удельную потерю давления на трение, кгс/(м²·пог. м) определяют по формуле

$$R_{ср}=\frac{0,9p_1-p_2}{\Sigma l}\cdot\frac{100-\eta}{100}, \qquad (14.6)$$

где p_1 и p_2 — давление пара в начале и конце паропровода, кгс/м²;
Σl — длина паропровода, м;
η — доля потерь на местные сопротивления, %;
0,9 — коэффициент, учитывающий ориентировочный запас в принятом располагаемом давлении.

Потери давления на местные сопротивления принимают по табл. 46.5 раздела IX, а на трение — по табл. 46.4 раздела IX.

Примечание. Паропроводы с начальным давлением в системе $p_1>0,2$ кгс/см² рассчитывают по методу и таблицам высокого давления.

Для уравнивания потерь давления в паропроводах устанавливают дросселирующие шайбы:

а) на стояках — по одной для всех приборов данного стояка;

б) на ответвлениях к приборам, если разница в потере давления приборами данного стояка превышает 50 кгс/м². Диаметр дросселирующих шайб принимают не менее 4 мм, излишнее давление дросселируют вентилем.

Схемы установки дросселирующих шайб приведены на рис. 14.4.

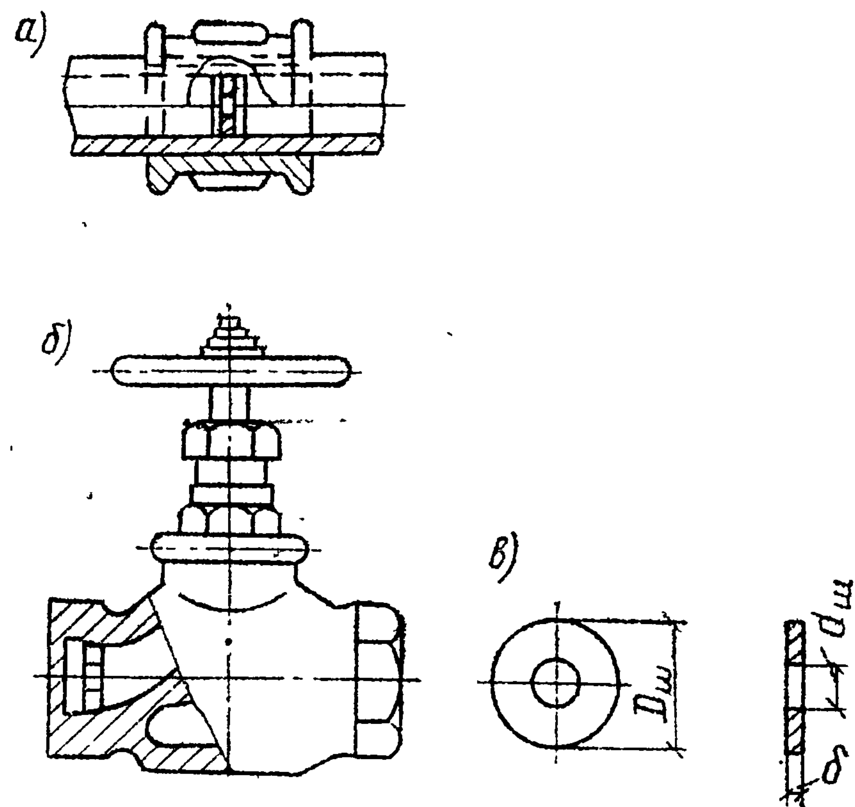


Рис. 14.4. Схема установки дросселирующих шайб в системах парового отопления низкого давления

а — шайба в муфте; б — шайба в вентиле; в — эскиз шайбы; δ — толщина шайбы, равная 1,5—2 мм

Пример 14.1. Произвести гидравлический расчет ветвей системы парового отопления с увязкой потерь давления с помощью дросселирующих шайб. Расчетная схема этой системы изображена на рис. 14.5. Конденсат в котлы возвращается самотеком. Длина участков рассчитываемого паропровода $\Sigma l=68,7$ м.

Решение. Ориентировочная средняя удельная потеря давления на трение определяется по формуле (14.6):

$$R_{ср}=\frac{0,9\cdot1000-200}{68,7}\cdot\frac{100-35}{100}=6,63\ кгс/(м^2\cdot пог.\ м).$$

Ориентируясь на это значение $R_{ср}$ по тепловым нагрузкам на отдельных участках паропровода Q, ккал/ч, и табл. 46.4 раздела IX находим диаметр паропровода, скорость пара и потери на трение на 1 пог. м каждого участка паропровода. Потерю давления на местные сопротивления определяем по табл. 46.5 раздела IX.

Расчет паропровода сведен в табл. 14.2.

Пример подбора шайб показан на номограмме (рис. 14.6) при $Q=1180$ ккал/ч и $\Delta p=150$ кгс/м².

---

[1] Указания по расчетам систем пароснабжения с перекачиванием конденсата приведены в серии 4-107 Гипротиса, 1959.

ТАБЛИЦА 14.2

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ПАРОПРОВОДОВ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ (РАСЧЕТНЫЙ БЛАНК)

№ участка	Намечено								Изменено						Разность в потерях давления против начально намеченных, кгс/м²	
	Тепловая нагрузка Q, ккал/ч	Длина участка l, м	Условный диаметр d_y, мм	Скорость пара v, м/с	Удельная потеря давления на трение R, кгс/(м²·пог. м)	Потеря давления на трение Rl, кгс/м²	Сумма коэффициентов местных сопротивлений $\Sigma\zeta$	Потеря давления в местных сопротивлениях Z, кгс/м²	Условный диаметр d_y, мм	Скорость пара v, м/с	Удельная потеря давления на трение R, кгс/(м²·пог. м)	Потеря давления на трение Rl, кгс/м²	Сумма коэффициентов местных сопротивлений $\Sigma\zeta$	Потеря давления в местных сопротивлениях Z, кгс/мм²	Rl	Z
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
								Ветвь 1-я через стояк *1*								
1	[illegible]1 000	3,2	50	22,8	9	28,8	4,8	80								
2	122 000	13,8	76×3	25,75	8	110	1	21,4								
3	57 600	5	50	21,2	7,8	39	6,3	91,5								
4	35 600	3	50	13,3	3,2	9,6	14,3	81,5								
5	29 800	7,5	40	18,3	8,3	62,5	1	10,8								
6	24 000	6	40	14,8	5,5	33	1	7,1								
7	19 100	7,5	40	11,8	3,5	26,2	1	4,5								
8	13 300	7,5	32	10,8	3,8	28,5	1	3,8								
9	7 500	10,4	25	10,7	5,5	57,2	2	7,4								
10	3 400	4	20	7,7	3,6	14,4	4	7,7								
11	1 600	0,8	15	6,9	4,5	3,6	9,3	14,3								
		68,7				412,8		330								
								Ветвь 2-я через стояк *24*								
12	64 400	6	50	24,4	10	60	6,3	121								
13	33 100	3	50	12,6	2,8	8,4	14,3	73								
14	27 500	7,5	40	16,8	7	52,5	1	9,1	50	10,4	2	15	1	3,5	−37,5	−5,6
15	21 900	7,5	40	13,5	4,5	33,8	1	5,9								
16	16 300	6	32	13,2	5,5	33	1	5,6								
17	11 600	7,5	32	9,5	3	22,5	1	2,9								
18	6 000	9,4	25	8,7	3,8	35,7	11	26,8								
19	4 000	3,2	20	9	5	16	7	18,3								
						261,9		262,6								
26	4900	3,2	20	11	7,5	24	1,5	5,85								
27	2200	4	15	9,7	8,4	33,6	5	15,2								
28	1300	1	15	8,1	7,5	7,5	7,8	16,5								
						65,1		37,55								

Ветвь 1-я: $\Delta p = 412{,}8 + 330 + 200 = 942{,}8$ кгс/м² (запас ~ 6%)

Ветвь 2-я:

$p_{12-19} = 261{,}9 + 262{,}6 = 524{,}5$ кгс/м² (невязка давлений);

$p_{3-11} = 274 + 228{,}6 = 502{,}6$ кгс/м²

Вносим изменения в расчетные данные участка *14*, тогда

$p_{12-19} = 524{,}5 - 43{,}1 = 481{,}4$ кгс/м² $<$ 502,6 кгс/м²

Стояк *4* $\Delta p_{7-11} = 167{,}6$ кгс/м²

Участки 26–28:

$\Delta p = 167{,}6 - (65{,}1 + 37{,}55) = 65$ кгс/м² (избыток давления)

Диаметр отверстия дроссельной шайбы $d = 12{,}5$ мм (см. рис. 14.6).

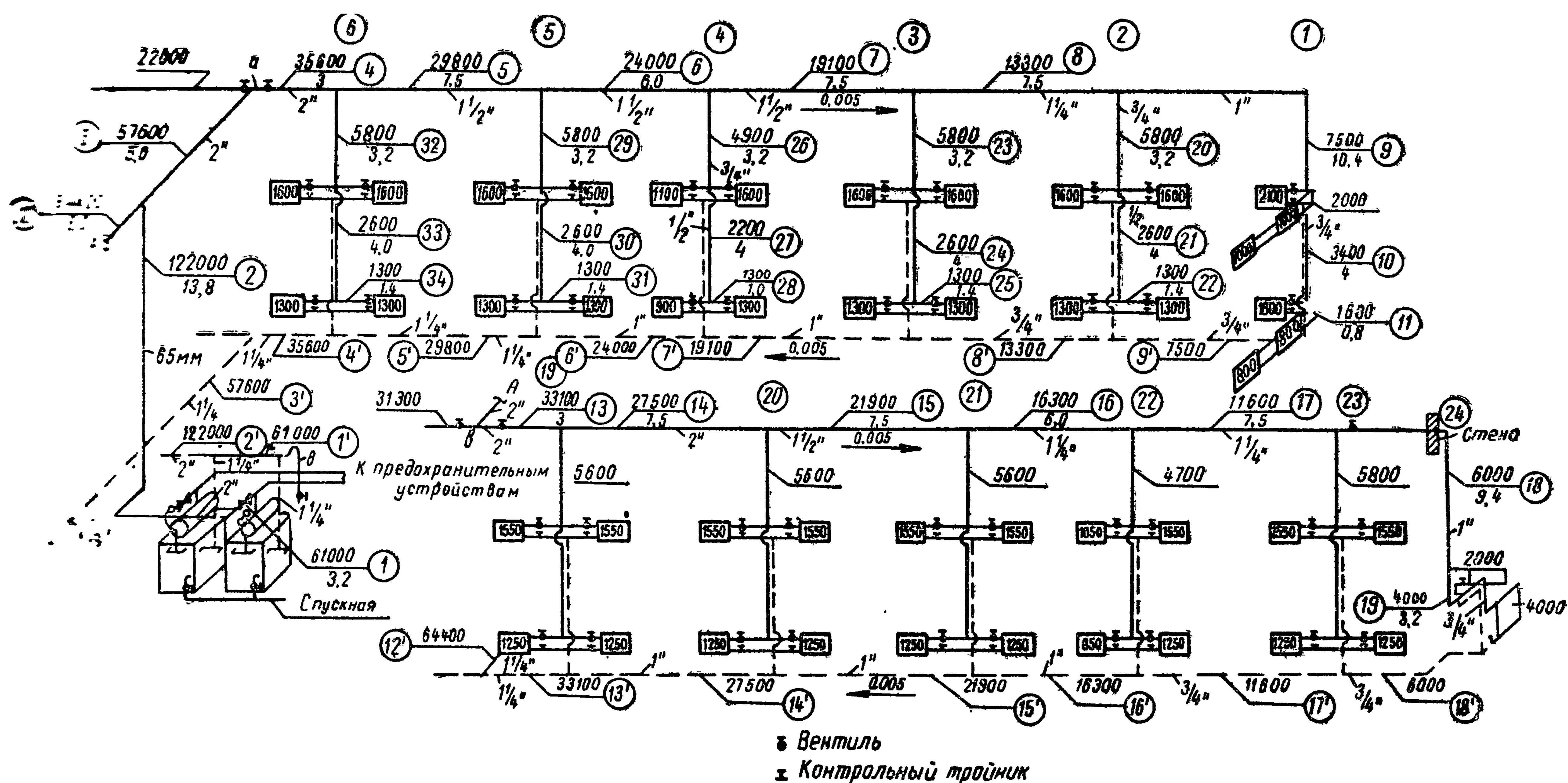


Рис. 14.5. Система парового отопления низкого давления

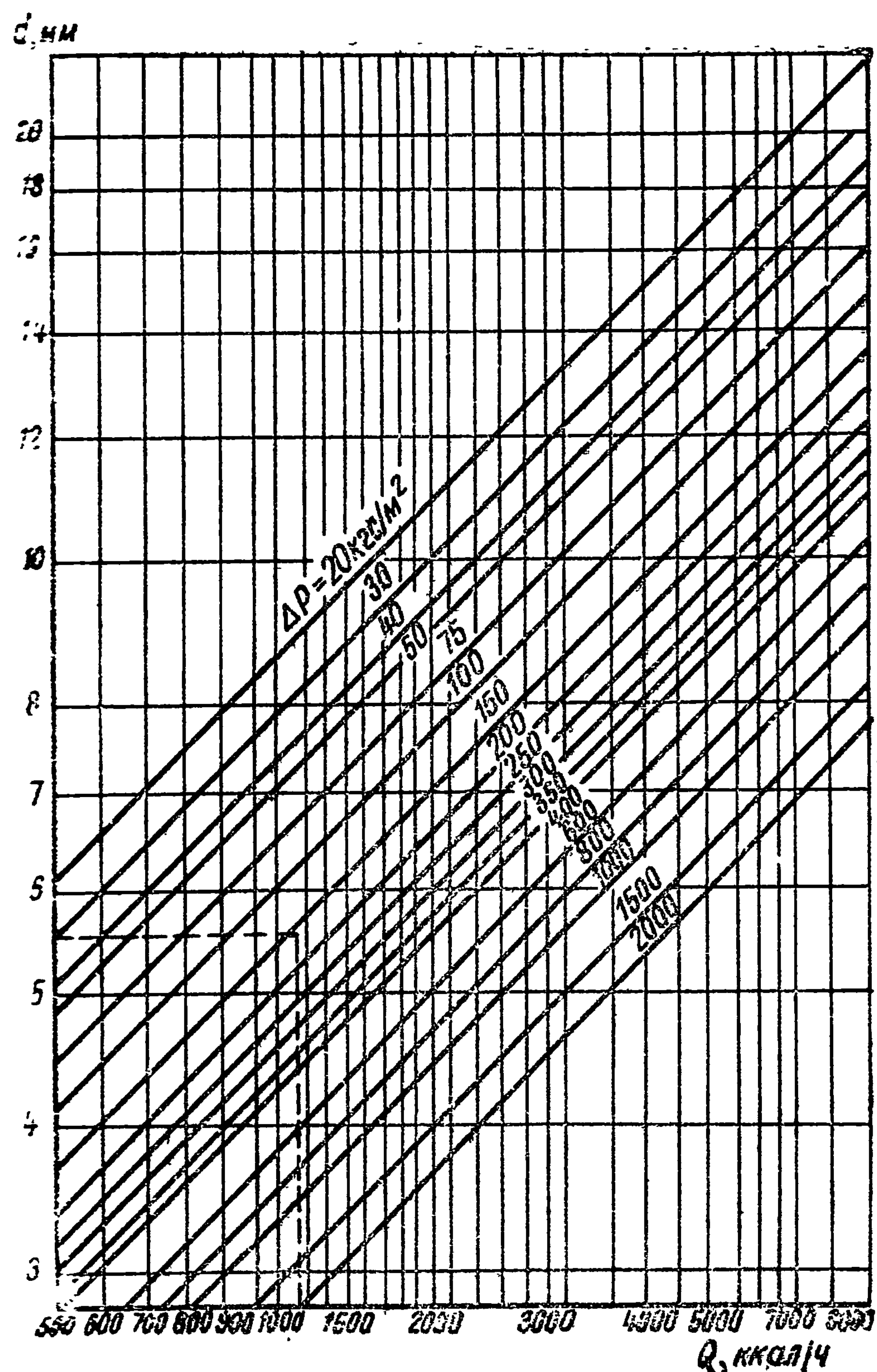


Рис. 14.6. Номограмма для определения диаметров отверстий шайб d в зависимости от количества тепла Q, проходящего по паропроводу

Расчет паропроводов двухтрубных систем отопления высокого давления

При расчете паропроводов первоначально рассчитывают конденсатопровод и находят давление в начале конденсатопровода, а затем по формуле (14.3) — давление перед теплообменником, необходимое как минимальное. Теплообменник и конденсатоотводчик экономически выгодно выбирать по давлению сверх минимального, однако это вызывает увеличение диаметров паро- и конденсатопроводов. Если давление пара перед теплообменником задано, в первую очередь рассчитывают паропровод.

При расчете паропроводов потери тепла (ккал/ч) неизолированным паропроводом вычисляют по формуле [1]

$$Q_{\text{пот}} = 5 d_{\text{н}} l, \qquad (14.7)$$

где $d_{\text{н}}$ — наружный диаметр паропровода, мм;

l — длина паропровода, м.

Средняя удельная потеря давления на трение, кгс/(м²·пог. м) (для расчета по табл. 46.6 раздела IX с $\gamma = 1$ кгс/м³ при $p = 0{,}8$ кгс/см²)

$$R_{\text{ср}} = \frac{(0{,}9p_1 - p_2)\,\gamma_{\text{ср}}}{\Sigma l} \cdot \frac{100 - \eta}{100}, \qquad (14.8)$$

[1] Может быть также использована табл. 46.22 раздела IX.

где p_1 и p_2 — давление пара в начале и конце паропровода, кгс/м²;

$\gamma_{ср}$ — плотность пара, кг/м³, отвечающая среднему давлению пара ($p_1+p_2/2$, кгс/м²);

η — доля потерь на местные сопротивления;

Σl — длина паропровода, м.

Потери давления на трение принимают по табл. 46.6 раздела IX.

Длина трубопровода, эквивалентная потерям давления на местные сопротивления, определяется по табл. 46.7 раздела IX.

Пример. 14.2. Рассчитать паропровод для схемы на рис. 14.7. Давление пара в начале паропровода p_1=5,25 кгс/см², перед теплообменником — не менее p_2=2 кгс/см².

Длина паропровода в расчетной ветви Σl=230 пог. м (паропровод не изолирован).

Решение. Среднее давление пара

$$p_{ср}=\frac{5,25+2}{2}=3,63 \text{ кгс/см}^2 \text{ (при } \gamma_{ср}=2,43 \text{ кг/м}^3 \text{ и}$$

$$r_{ср}=507 \text{ ккал/кг).}$$

Среднее условное удельное падение давления на трение на 1 пог. м

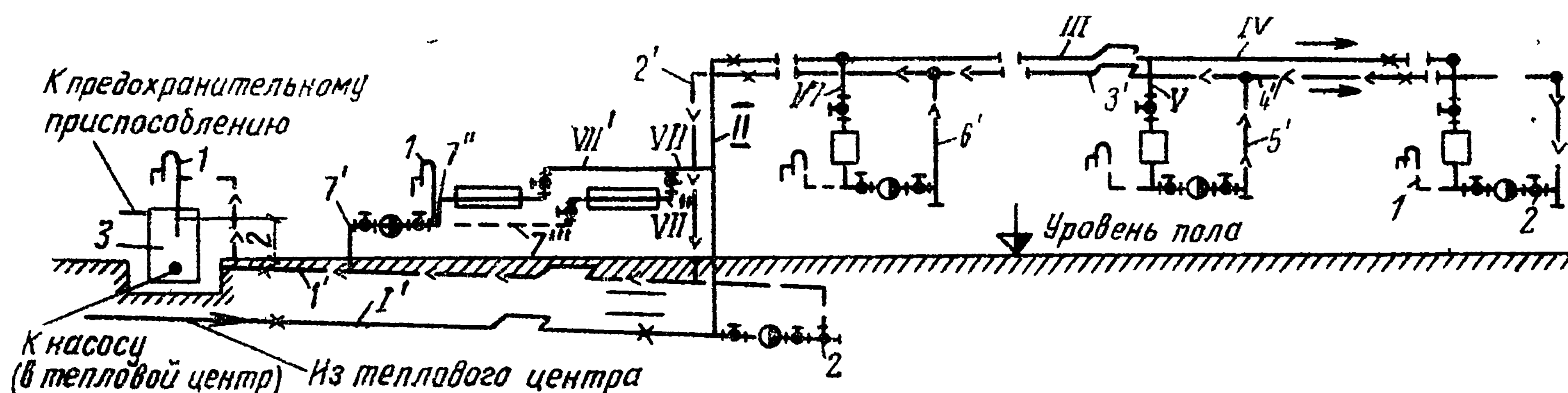


Рис. 14.7. Система отопления высокого давления. Схема закрытая двухтрубная вертикальная с верхней разводкой паро- и конденсатопровода (с возвратом конденсата в бак за счет предусматриваемого остаточного давления)

1 — воздушная линия с d=15 мм; 2 — тройник для спуска воды; 3 — конденсатный бак

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ПАРОПРОВОДОВ (РАСЧЕТНЫЙ

№ участка	Количество тепла в конце участка (с учетом потерь тепла на последующих участках) $Q_{кон}$, ккал/ч	Расход пара в конце участка $G_{кон}=Q_{кон}/r_{ср}$, кг/ч	Длина участка l, м	Давление кгс/см²: в конце участка p_2	Давление кгс/см²: в начале участка p_1	Давление кгс/см²: среднее $p_{ср}$	Плотность пара $\gamma_{ср}$, кг/м³	Теплота испарения $r_{ср}$, ккал/кг	Потеря на трение на 1 пог. м при p=0,8 кгс/см² R', кгс/м²
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
IV пр	450 000	890	45	—	—	3,63	2,43	507	80
IV пр	450 000	870	45	2	2,22	2,11	1,67	517	76
IV ок	450 000	870	45	2	2,29	2,15	1,69	517	76
III пр	920 800	1820	45	—	—	3,63	2,43	507	333
III пр	920 800	1800	45	2,29	3,07	2,68	1,96	513	328
III ок	920 800	1800	45	2,29	3,24	2,76	2	512	328
II пр	1 390 800	2740	30	—	—	3,63	2,43	507	317
II пр	1 390 800	2740	30	3,24	3,73	3,48	2,36	507	317
II пр	1 390 800	2740	30	3,24	3,75	3,5	2,37	507	317
I пр	1 558 600	3070	110	—	—	3,63	2,43	507	140
I пр	1 558 600	3070	110	3,75	4,62	4 19	2,72	504	142
I ок	1 558 600	3070	110	3,75	4,53	4,14	2,68	504	142
		Σ l=230							Запас
V пр	450 000	870	10	2	2,29	2,14	1,69	517	76
V ок	450 000	870	10	2,16	2,29	2,23	1,74	516	77
VI пр	450 000	880	10	2	3,24	2,62	1,92	513	326
VI ок	450 000	885	10	2,83	3,24	3,03	2,14	510	330
VII ок	153 800	300	5	3,65	3,75	3,7	2,47	506	302
VII пр	75 000	147	19	2	3 65	2,82	2,02	511	296
VII ок	75 000	148	19	3,25	3,65	3,45	2,34	508	302
VII пр	75 000	147	5	2	3,65	2,82	2,02	511	296
VII ок	75 000	148	5	3,48	3,65	3,56	2,37	507	302

$[illegible] = \frac{[illegible]\ 00 - 20\ 000)}{[illegible]30} \cdot \frac{2,43\ (100-20)}{100} = 230$ кгс/м.

[illegible] на местные сопротивления приняты в раз[illegible]

[illegible] на среднее условное удельное падение дав[illegible] и расход пара G, кг/ч, на отдельных участках [illegible]ходим по табл. 46.6 раздела IX диаметр паро[illegible] пара и потери давления на трение (при $p=$ [illegible] для каждого участка паропровода.

[illegible]ределяем истинные значения скорости пара и по[illegible] на участках, деля их найденные условные зна[illegible] на величину $\gamma_{ср}$ участков.

[illegible]провода сведен в табл. 14.3.

Участок *IV*

[illegible] строка — *IVпр* (предварительный расчет)

[illegible]ве первого приближения в графе 7 принята величина [illegible], определенная для всего паропровода, так как [illegible] на участке *IV* первоначально неизвестна.

[illegible] (графа 3) определяется по величине $r_{ср}=507$ ккал/кг.

[illegible] (графа 11) и R' (графа 10) определяются с учетом $R_{ср}=$ [illegible]

[illegible] (графа 12) определяется по l и $d_н$, отвечающему $d_у$ [illegible] IV $Q_{пот}=5\cdot 76\cdot 45=17000$ ккал/ч).

[illegible] (графа 16) определяется по $d_у$ (графа 11) и $\Sigma\zeta$ (гра[illegible]

[illegible] (графа 18) определяется по R' (графа 10) и $\gamma_{ср}$ (гра[illegible]

[illegible] строка — *IVпр* (предварительный расчет)

[illegible] графе 5 дано минимально необходимое давление в кон[illegible]

В графе 6 указано давление, требуемое в начале участка (с учетом величины $Rl_{общ}=2150$ кгс/м² по строке 1).

В графах 8 и 9 приведены $\gamma_{ср}$ и $r_{ср}$, отвечающие среднему давлению 2,11 кгс/см² (графа 7).

$G_{кон}$ (графа 3) и $G_р$ (графа 14) уточняются по $r_{ср}$ (графа 9).

R (графа 18) определяется с учетом $\gamma_{ср}$ (графа 8).

Третья строка — *IVок* (окончательный расчет)

В графе 6 указывается давление, которое (с учетом величины $Rl_{общ}=2930$ кгс/м² по строке 2) требуется в начале участка для обеспечения в конце участка давления 2 кгс/см².

Участки *III*, *II*, *I* рассчитываются аналогично, но количество тепла в конце каждого участка принимается с учетом потерь тепла на последующих участках.

Расчет ответвлений от магистрали

Участок *V*

В графе 5 строки 1 указывается минимальное необходимое давление — 2 кгс/см². Далее, аналогично указанному выше, находится истинная общая потеря давления на участке 1350 кгс/м². Затем, учитывая давление в начале участка 2,29 кгс/см², получаем фактическое давление в конце данного участка 2,16 кгс/см², которое принимаем как исходное для расчета теплообменника.

Аналогично рассчитываются участки *VI*, *VII*, *VII'* и *VII''*.

Если давление, полученное в конце какого-либо участка, окажется при расчете теплообменника чрезмерно большим, то его снижают дросселирующей шайбой.

Примечание. Для расчетов, не требующих особой точности, можно пренебречь потерей тепла трубопроводами; в этом случае не требуется заполнять графы 12, 13 и 14 и изменять величины $Q_{кон}$ в графе 2 и $G_{кон}$ в графе 3.

Если эти потери составляют более 5% теплопотерь помещения, в котором проходят трубопроводы, то учет их в тепловом балансе помещений обязателен (согласно СНиП).

ТАБЛИЦА 14.3

[illegible]СТЕМ ОТОПЛЕНИЯ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ [illegible]

$d_н$ [illegible], мм	Теплопотери паропровода $Q_{пот}=5d_н l$, ккал/ч	Расчетное количество тепла на участке $Q_р=Q_{кон}+0,5Q_{пот}$, ккал/ч	Расчетное количество пара на участке $G_р=Q_р/r_{ср}$, кг/ч	Сумма местных сопротивлений $\Sigma\zeta$	Длина трубопровода, эквивалентная местным сопротивлениям, $l_{экв}$, м	$l_{общ}=l+l_{экв}$, м	Истинная потеря давления на трение, кгс/м²: на 1 пог. м $R=R'/\gamma_{ср}$	Истинная потеря давления на трение, кгс/м²: общая на весь участок $Rl_{общ}$	Скорость пара, м/с: v' при $p=0,8$ кгс/см²	Скорость пара, м/с: истинная $v=v'/\gamma_{ср}$
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
[illegible]	17 000	458 500	905	6	20	65	33	2150	—	—
[illegible]	17 000	458 500	890	6	20	65	45	2930	—	—
[illegible]	17 000	458 500	890	6	20	65	45	2930	63,5	38
[illegible]	17 000	929 300	1835	3,1	12	57	137	7800	—	—
[illegible]	17 000	929 300	1815	3,1	12	57	167	9530	—	—
[illegible]	17 000	929 300	1815	3,1	12	57	164	9340	132	66
[illegible] 3,5	13 000	1 397 300	2760	1,8	8	38	130	4950	—	—
[illegible] 3,5	13 000	1 397 300	2750	1,8	8	38	134	5100	—	—
[illegible] 3,5	13 000	1 397 300	2750	1,8	8	38	134	5100	144	61
[illegible] 4	59 400	1 588 300	3130	10	40	150	58	8700	—	—
[illegible] 4	59 400	1 588 300	3150	10	40	150	52	7800	—	—
[illegible] 4	59 400	1 588 300	3150	10	40	150	53	7950	110	41

$\frac{[illegible]5-4,53}{5,25}\ 100 = 13\ \%$

$d_н$ [illegible], мм	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
76×3	3800	451 900	875	6	20	30	45	1350	—	—
76×3	3800	451 900	875	6	20	30	44	1340	64	37
50	3000	451 500	880	6	14	24	170	4070	—	—
50	3000	451 500	885	6	14	24	154	3700	112	52
32	1000	154 300	305	2	3	8	123	980	82,5	33
25	3000	76 500	150	8	8	27	147	3960	—	—
25	3000	76 500	151	8	8	27	129	3480	68,5	29
25	800	75 400	148	7	7	12	147	1750	—	—
25	800	75 400	149	7	7	12	127	1530	68,5	29

14.7. Расчет конденсатопроводов

А. СУХИЕ И МОКРЫЕ КОНДЕНСАТОПРОВОДЫ

Диаметры сухих и мокрых конденсатопроводов открытых систем парового отопления низкого давления определяют по табл. 14.4.

Диаметры горизонтальных участков сухого конденсатопровода системы парового отопления низкого давления применительно к примеру 14.1 приведены в табл. 14.5.

Диаметры двухфазных конденсатопроводов закрытых систем парового отопления низкого давления следует определять по графам 4—6 табл. 14.4. При этом за длину принимается не общая длина рассчитываемого конденсатопровода, а расчетная длина участка:

$$l_{\text{расч}} = Kl,$$

где l — длина участка, м;

K — коэффициент, учитывающий местные сопротивления и принимаемый равным: для участков магистралей 1,1; для прочих участков 1,5.

ТАБЛИЦА 14.4

ДИАМЕТРЫ СУХИХ И МОКРЫХ КОНДЕНСАТОПРОВОДОВ ОТКРЫТЫХ СИСТЕМ ПАРОВОГО ОТОПЛЕНИЯ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ

Условный диаметр труб D_y, мм	Количество тепла, ккал/ч, выделенного при конденсации пара на участках конденсатопровода				
	сухого		мокрого горизонтального или вертикального при общей длине участков, м		
	горизонтального	вертикального	до 50	50—100	более 100
1	2	3	4	5	6
15	4 000	6 000	28 000	18 000	8 000
20	15 000	22 000	70 000	45 000	25 000
25	28 000	42 000	125 000	80 000	40 000
32	68 000	100 000	270 000	175 000	85 000
40	104 000	155 000	375 000	250 000	115 000
50	215 000	320 000	650 000	400 000	215 000
76×3	500 000	750 000	1 500 000	1 050 000	500 000
89×3,5	750 000	1 120 000	2 250 000	1 500 000	750 000
108×4	1 250 000	1 850 000	3 500 000	2 300 000	1 250 000

ТАБЛИЦА 14.5

ДИАМЕТРЫ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ УЧАСТКОВ СУХОГО КОНДЕНСАТОПРОВОДА

№ участка	9'	8'	7'	6'	5'	4'	3'	2'	1'	18'	17'	16'	15'	14'	13'	12'
Тепловые нагрузки	7500	13 300	19 100	24 000	29 800	35 600	57 600	122 000	61 000	6000	11 600	16 300	21 900	27 500	33 100	64 400
Диаметры конденсатопроводов	20	20	25	25	32	32	32	40	32	20	20	25	25	25	32	32

Б. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО РАСЧЕТУ НАПОРНЫХ И ДВУХФАЗНЫХ КОНДЕНСАТОПРОВОДОВ

При возврате конденсата через конденсатопровод, общий для систем парового отопления различного давления, необходимо соблюдать следующие условия.

1. В месте слияния конденсата обеспечивать одинаковое давление, передаваемое из различных систем отопления.

2. В местах слияния конденсата на конденсатопроводах устанавливать клапаны, регулирующие давление «после себя».

3. Для замера давлений после клапанов устанавливать штуцера для присоединения подводящих трубок от манометров.

4. При расчете напорных и двухфазных конденсатопроводов ориентировочные потери давления на местные сопротивления принимать равными 20% общих потерь в конденсатопроводе.

Потери давления на местные сопротивления рекомендуется определять, заменяя их эквивалентными (по потере давления) длинами трубопровода по табл. 46.10 и 46.11 раздела IX. При расчете конденсатопроводов следует предусматривать запас давления в расчетной ветви наиболее удаленного теплообменника до 10%.

В. НАПОРНЫЕ КОНДЕНСАТОПРОВОДЫ

Расчетный объем конденсата, л/ч, для каждого участка конденсатопроводов определяют по формуле

$$V_{\text{к}} = \frac{1,25Q_{\text{нач}}}{r_{\text{ср}}\,\gamma_{\text{к}}}, \qquad (14.9)$$

где $Q_{\text{нач}}$ — количество тепла в начале соответствующего участка паропровода, ккал/ч;

$r_{\text{ср}}$ — теплота испарения при среднем давлении на соответствующем участке паропровода, ккал/кг (см. табл. 1.3);

$\gamma_{\text{к}}$ — плотность конденсата, принимаемая равной 1 кг/л;

1,25 — коэффициент увеличения количества конденсата в период прогрева системы.

Количество тепла, ккал/ч, в начале участка паропровода находят по формуле

$$Q_{\text{нач}} = Q_{\text{кон}} + Q_{\text{пот}}, \qquad (14.10)$$

где $Q_{\text{кон}}$ — количество тепла, подаваемого в конец участка паропровода, ккал/ч;

$Q_{\text{пот}}$ — потеря тепла на участке неизолированного паропровода, ккал/ч.

При расчете конденсатопроводов, выполняемом до расчета паропроводов, принимают:

а) следующие потери тепла на участках неизолированного паропровода:

d, мм	15—20	25—50	>50
$Q_{\text{пот}}$, ккал/ч	$0,1\,Q_{\text{кон}}$	$0,03\,Q_{\text{кон}}$	$0,02\,Q_{\text{кон}}$

б) теплоту испарения:

при паре низкого давления	$r_{\text{ср}} = 540$ ккал/кг
» » высокого »	$r_{\text{ср}} = 510$ »

Давление, кгс/см², в бачке-сепараторе (рис. 14.8) определяют по формуле

$$p_5 = p_6 + 0,1\Delta h + \Delta p, \qquad (14.11)$$

ТАБЛИЦА 14.6

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ НАПОРНЫХ КОНДЕНСАТОПРОВОДОВ (РАСЧЕТНЫЙ БЛАНК)

[illegible]	$V_к = 1{,}25 \frac{Q_{нач}}{r_{ср}\gamma_к}$	$D_у$, мм	v, м/с	R, мм вод. ст., кгс/м²·пог. м	$\Sigma\zeta$	$l_{экв}$, м	l, м	$l_{общ}$, м	$\Delta p = Rl_{общ}$, кгс/м²	$\Delta h = h_к - h_н$, мм вод. ст.	$\Delta h = h_к - h_н$, кгс/м²	$p_6(p_{кон})$, кгс/м²	$p_5(p_{нач})$, кгс/м²	Запас давления
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Расчет магистрального конденсатопровода														
[illegible]	4320	40	0,91	40	1,5	2	5	7	280	850	850	1000	2130	Показан на пьезометрах: 9440—8490= =950 мм; $\frac{950}{9440}$ 100 = 10 %
[illegible]	2870	32	0,8	40	1,5	2	75	77	3080	0	0	2130	5210	
[illegible]	1320	25	0,64	40	8	7	75	82	3280	—3490	—3490	5210	5000	
									6640		—2640	1000	5000	
Расчет ответвлений														
4'	1450	25	0,7	46	4	3	2	5	230	+140	+140	2130	2500	3310—2360= =950 мм;
5'	1550	25	0,75	50	4,5	4	3	7	350	—560	—560	5210	5000	6510—5560= =950 мм

Примечания: 1. Расчеты конденсатопроводов до бачков — сепараторов пара, а также систем, использующих пар вторичного вскипания и пролетный пар из бачков-сепараторов, в данном примере не рассматриваются.
2. Длины $l_{экв}$, эквивалентные потерям на местные сопротивления, принимают по табл. 46.10 и 46.11 раздела IX.

где p_6 — давление в конце конденсатопровода, кгс/см² (при возврате конденсата в открытый конденсатный бак $p_6 = 0$);

Δh — разность отметок конца и начала конденсатопровода, м (со знаками плюс или минус в зависимости от соотношения величин отметок);

Δp — потеря давления на трение и местные сопротивления в конденсатопроводе (от бачка-сепаратора до конденсатного бака), кгс/см².

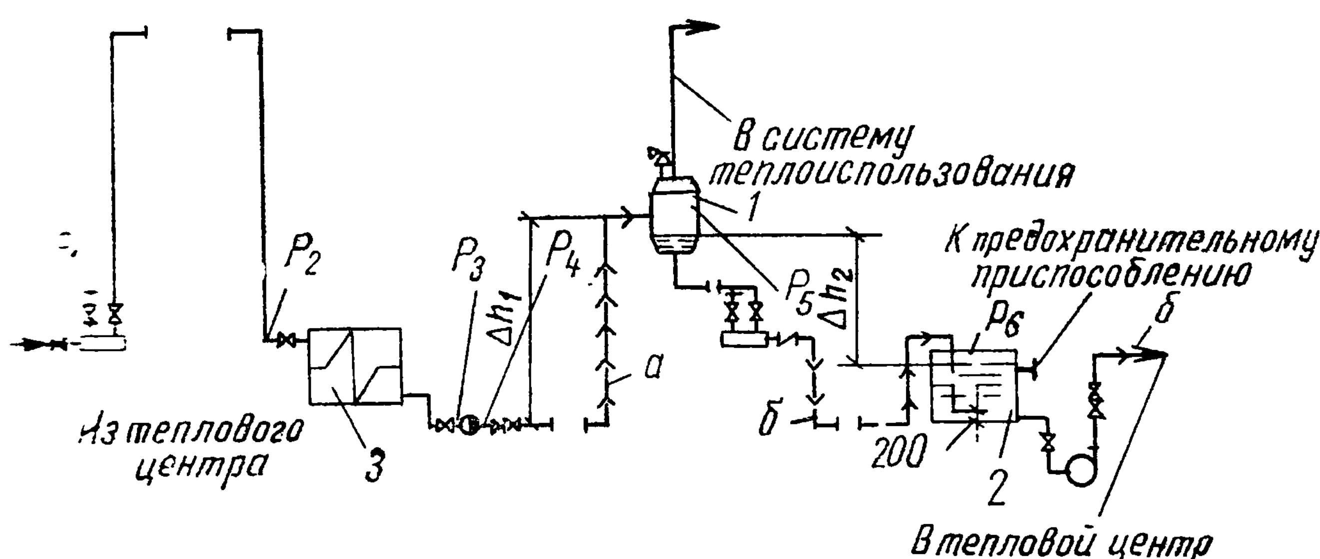


Рис. 14.8. Обозначения расчетных давлений в паро- и конденсатопроводе

а — двухфазный конденсатопровод; б — напорный конденсатопровод; 1 — бачок-сепаратор; 2 — конденсатный бак; 3 — система отопления высокого давления

Давление в бачке-сепараторе принимают не более 0,5 кгс/см².

Давление в начале каждого рассчитываемого участка конденсатопровода определяют по формуле (14.11), считая, что входящие в нее величины относятся не ко всему конденсатопроводу, а к данному участку.

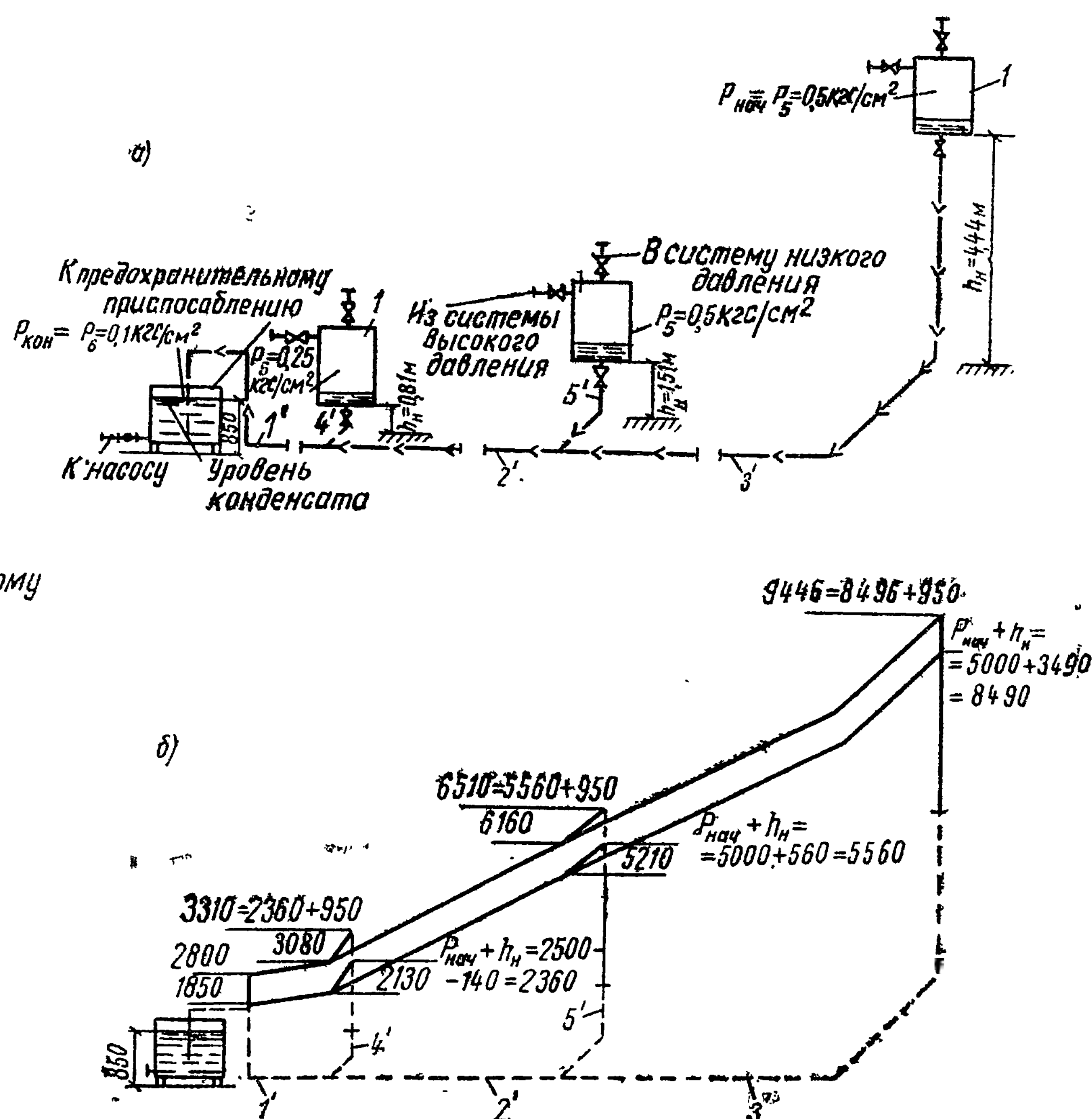


Рис. 14.9. Схема напорного конденсатопровода (а) от параллельно работающих бачков — сепараторов пара — и пьезометрический график (б)

1 — бачки-сепараторы

Диаметры напорных конденсатопроводов следует определять:

а) при открытых схемах систем парового отопления — по табл. 46.9 раздела IX, составленной с учетом величины абсолютной шероховатости $k=1$ мм;

б) при закрытых схемах — по табл. 46.8 раздела IX, составленной с учетом величины абсолютной шероховатости $k=0{,}5$ мм.

Скорости движения конденсата в напорных конденсатопроводах принимают максимально возможными по располагаемому напору.

Пример 14.3. Рассчитать напорный конденсатопровод для схемы, показанной на рис. 14.9.

Численные значения для участка $1'$ взяты из граф 2, 8 и 13 табл. 14.6. Давление в конденсатном баке $p_6=p_{кон}=1000$ кгс/м². Давления в бачках-сепараторах приняты: на участках $3'$ и $5'$ (в целях возможно более низкой их установки) — предельно допустимые $p_5=p_{нач}=0{,}5$ кгс/см²; на участке $4'$ (при заданной по конструктивным соображениям высоте расположения бачка $h_н=0{,}81$ м) — $p_5=p_{нач}=0{,}25$ кгс/см²; на участке $1'$ — 850 мм.

Конденсатопровод располагают непосредственно над полом.

Решение. Конденсатопровод рассчитывают на бланке табл. 14.6

Высоты расположения бачков-сепараторов должны быть:

на участке $3'$: $h_н=3280+5210-5000=3490$ мм; для запаса устанавливают бачок на высоте 4440 мм (запас 950 мм);

на участке $5'$: $h_н=350+5210-5000=560$ мм; для запаса устанавливают бачок на высоте 1510 мм (запас 950 мм);

на участке $4'$: $h_н=230+2130-2500=-140$ мм; для запаса устанавливают бачок на высоте 810 мм [запас 810—(—140)=950 мм].

Высоту установки бачков условно вычислили от уровня пола до их днища, учитывая, что бачки могут быть заполнены конденсатом на 20% объема. Это компенсирует превышение оси конденсатопровода над полом.

Г. ДВУХФАЗНЫЕ КОНДЕНСАТОПРОВОДЫ

Расчетный объем конденсата, л/ч, для каждого участка конденсатопровода определяют по формуле

$$V_к=\frac{Q_{нач}}{r_{ср}\,\gamma_к}. \qquad (14.12)$$

Значения величин те же, что и в формуле (14.9).

Начальное давление, кгс/см², после конденсатоотводчика или подпорной шайбы, устанавливаемых за теплообменником, определяют по формуле

$$p_4=p_5+0{,}1\Delta h+\Delta p, \qquad (14.13)$$

где p_5 — давление в конце конденсатопровода или в бачке-сепараторе (или в цеховом конденсатном баке, обозначаемое в этом случае p_6), кгс/см².

Значения Δh и Δp те же, что и в формуле (14.11).

Давление в начале каждого рассчитываемого участка конденсатопровода определяют по формуле (14.13), считая, что входящие в нее величины относятся не ко всему конденсатопроводу, а к данному участку. При этом указывают вместо p_4 $p_{нач}$ и вместо p_5 (или p_6) $p_{кон}$.

Диаметры двухфазных конденсатопроводов определяют так же, как и диаметры напорных конденсатопроводов, с пересчетом по формуле

$$d_{см}=\mu d_к, \qquad (14.14)$$

где $d_к$ — диаметр конденсатопровода, принимаемый по табл. 46.8 или 46.9 раздела IX.

μ — поправочный коэффициент, принимаемый по табл. 14.7.

Табл. 14.7 составлена по формуле

$$\mu=0{,}9\sqrt[5{,}25]{\frac{1000}{\gamma_{см}}}, \qquad (14.15)$$

где $\gamma_{см}$ — плотность пароконденсатной смеси, кг/м³ (табл. 14.8).

При использовании формулы (14.14) потери давления, подсчитанные для случая перемещения конденсата, остаются неизменными и при перемещении двухфазной смеси.

При ориентировочных расчетах, когда не требуется увязка давлений в местах слияния двухфазной смеси, диаметры конденсатопроводов систем парового отопления высокого давления принимают по графам 4, 5 и 6 табл. 14.4.

Максимальную высоту подъема конденсата после конденсатоотводчиков принимают не более 8 м.

Пример 14.4. Рассчитать двухфазный конденсатопровод для закрытой схемы системы отопления (см. рис. 14.7).

Тепловая нагрузка ($Q_{нач}=Q_{кон}+Q_{пот}$, ккал/ч), теплота испарения по участкам конденсатопровода и давление перед теплообменниками p_2 принимаются по табл. 14.3; длины конденсатопроводов — по рис. 14.7; давление в конденсатном баке $p_{кон}=0{,}25$ кгс/см².

ТАБЛИЦА 14.7

ПОПРАВОЧНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ μ

Давление пара перед теплообменником p_2, кгс/см²	Значения поправочного коэффициента μ при давлении в конце расчетного участка конденсатопровода $p_п$, кгс/см²												
	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,5	2
0,1	1,4												
0,2	1,6	1,4											
0,3	1,7	1,6	1,3										
0,4	1,8	1,7	1,5	1,3									
0,5	1,9	1,8	1,6	1,5	1,3								
0,6	1,9	1,8	1,7	1,6	1,4	1,3							
0,7	2	1,9	1,8	1,7	1,6	1,4	1,2						
0,8	2	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,2					
0,9	2,1	2	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,2				
1	2,1	2	1,9	1,8	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,2			
1,5	2,25	2,2	2,1	2	1,9	1,9	1,8	1,8	1,7	1,6	1,6		
2	2,3	2,25	2,2	2,1	2,1	2	1,9	1,9	1,8	1,8	1,8	1,5	
2,5	2,4	2,3	2,25	2,25	2,2	2,1	2,1	2	1,9	1,9	1,8	1,6	1,4
3	2,5	2,4	2,3	2,25	2,25	2,2	2,2	2,1	2	2	1,9	1,8	1,6
3,5	2,5	2,5	2,4	2,3	2,25	2,25	2,25	2,2	2,1	2,1	2	1,8	1,7
4	2,6	2,5	2,5	2,4	2,3	2,25	2,25	2,25	2,2	2,1	2,1	1,9	1,8
5	2,6	2,6	2,5	2,5	2,4	2,4	2,3	2,3	2,25	2,25	2,25	2	1,9

ТАБЛИЦА 14.8

ПЛОТНОСТЬ ПАРОКОНДЕНСАТНОЙ СМЕСИ $\gamma_{см}$

[illegible]	Плотность пароконденсатной смеси, кг/м³, при различных p_2												
	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2	2,5	3
[illegible]	91												
[illegible]	50	111											
[illegible]	33	55	125										
[illegible]	25	38	62	125									
[illegible]	21	29	42	67	142								
[illegible]	18	24	33	50	83	167							
[illegible]	16	21	28	37	53	83	200						
[illegible]	14	18	24	31	42	62	91	200					
[illegible]	13	16	20	27	34	48	66	100	200				
[illegible]	12	15	19	23	29	38	50	66	111	200			
[illegible]	9	10	12	15	17	21	25	29	36	43	56		
[illegible]	7	8	10	11	13	15	17	19	23	26	30	71	
[illegible]	6	7	8	9	10	12	13	15	17	19	22	42	83
[illegible]	5	6	7	8	9	10	11	12	14	15	17	29	45
[illegible]	5	5	6	7	8	9	9	10	12	13	14	23	31
[illegible]	4	5	5	6	7	8	8	9	10	11	12	19	24
[illegible]	4	4	5	5	6	6	7	7	8	9	9	14	20

Примечания: 1. $\gamma_{см} = \frac{1000}{1+Gv_0}$,

где G — количество пара вторичного вскипания и пролетного пара, кг/т;
v_0 — удельный объем 1 кг пара при давлении p_2, м³/кг.
2. p_1 — начальное давление, p_2 — конечное давление, ата.

ТАБЛИЦА 14.9

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ДВУХФАЗНЫХ КОНДЕНСАТОПРОВОДОВ (РАСЧЕТНЫЙ БЛАНК)

№ участка	$Q_{нач} = Q_{кон} + Q_{пот}$, ккал/ч	$r_{ср}$, ккал/кг	$G_к = Q_{нач}/r_{ср} \gamma_к$, кг/ч	$d_к$, мм	v, м/с	R, кгс/(м²·пог. м)	$\Sigma\zeta$	$l_{экв}$	l	$l_{общ} = l_{экв} + l =$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1'	1 618 000	504	3210	32	0,9	52	3	4	47	51
2'	1 403 800	507	2770	32	0,76	36,5	5	6	70	76
3'	937 800	512	1830	32	0,51	16,5	4	5	45	50
4'	467 000	517	903	20	0,7	60	15	8	40	48
5'	453 800	516	880	20	0,68	57	10	6	12	18
6'	453 000	510	888	20	0,68	57	10	6	12	18
7'	154 800	506	305	15	0,45	38	9	4	10	14
7'	78 000	508	154	15	0,22	9,6	9	4	3	7
7'	75 800	507	149	15	0,21	9,1	9	4	17	21

Продолжение табл. 14.9

№ участка	$\Delta p = Rl_{общ}$		$p_{кон}$, кгс/см²	$\Delta h = h_к - h_н$, м	$0{,}1\Delta h$, кгс/см²	$p_{нач}$, кгс/см²	Давление p_2 перед теплообменником требуемое/располагаемое, кгс/см²	μ	$d_{см}$, мм
	кгс/м²	кгс/см²							
1	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1'	2650	0,265	0,25	2	0,2	0,715	1,52/2	2,15	89×3,5
2'	2700	0,277	0,715	—6	—0,6	0,392	1,52/2	1,9	76×3
3'	825	0,082	0,392	—	—	0,474	1,52/2	2,1	76×3
4'	2880	0,288	0,474	3	0,3	1,062	1,52/2	2,05	50
		0,912	0,25		—0,1	1,062			
5'	1028	0,103	0,474	3	0,3	0,877	1,25/2,16	2,06	50
6'	1028	0,103	0,392	3	0,3	0,795	1,13/2,83	2,23	50
7'	532	0,053	0,715	—1	—0,1	0,668	0,95/3,65	2,22	32
7'	67	0,007	0,668	—1	—0,1	0,575	0,82/3,25	2,17	20
7'	191	0,019	0,668	—1	—0,1	0,587	0,84/3,48	2,22	20

Решение. Конденсатопровод рассчитывается по табл. 14.9, начиная с участка, имеющего наибольшую тепловую нагрузку.

Величина $p_{нач}$ определяется как сумма величин, указанных в графах 13, 14 и 16:

$$p_{нач}=\Sigma Rl_{общ}+p_{кон}+\Sigma(h_к-h_н)\,0{,}1=0{,}912+0{,}25-$$
$$-0{,}1=1{,}062 \text{ кгс/см}^2,$$

и представляет собой давление, которое должно быть предусмотрено после конденсатоотводчика в начале участка 4′.

При $p_{нач}=1{,}062$ кгс/см² давление перед теплообменником $p_2=1{,}062:0{,}7=1{,}52$ кгс/см² (минимально необходимое).

Согласно расчету паропровода, фактически располагаемое в конце участка IV давление $p_2=2$ кгс/см².

В графе 18 приведены: в числителе — минимально требуемые давления, в знаменателе — располагаемые давления (по расчету паропроводов).

Коэффициенты μ (графа 19) для участков 1′—4′ определены при $p_2=2$ кгс/см² и $p_{кон}$ на участках. По коэффициентам μ определены $d_{см}$ (графа 20).

Аналогично изложенному определены диаметры труб на участках 5′—7′.

Ввиду того что на участках 7′, 7″ и 7‴ при $d_к=15$ мм получены малые величины скоростей, соответствующие диаметры $d_{см}$ приняты с некоторым уменьшением.

14.8. Указания по выбору и расчету оборудования

Указания по выбору, размещению и расчету нагревательных приборов даны в главе 12.

А. КОНДЕНСАТООТВОДЧИКИ

Для удаления конденсата от потребителей пара в системах отопления, вентиляции, горячего водоснабжения и пароснабжения рекомендуется применять преимущественно термодинамические конденсатоотводчики (приложение XI), которые устойчиво работают при начальном давлении свыше 1 кгс/см² и противодавлении до 50% (при постоянном и переменном режимах расходования пара теплопотребляющими аппаратами).

При установке термодинамических конденсатоотводчиков следует предусматривать надежное удаление из системы отопления воздуха, так как при попадании его под тарелку конденсатоотводчика надежность его работы снижается.

При начальном давлении менее 1 кгс/см² рекомендуется устанавливать конденсатоотводчики с опрокинутым поплавком, которые надежно работают при перепаде давлений более 0,5 кгс/см² (при постоянном и переменном режимах расходования пара).

При перепаде давлений 0,1 кгс/см² и выше могут применяться термостатические конденсатоотводчики типа 45кч6бр, работающие при начальном давлении до 6 кгс/см² и противодавлении до 50%. Эти конденсатоотводчики предназначены для установки непосредственно у потребителей пара.

При давлении пара до 0,5 кгс/см² для отвода конденсата могут применяться гидравлические затворы (петли).

При выборе термодинамических конденсатоотводчиков и конденсатоотводчиков с опрокинутым поплавком, подбираемых по коэффициенту пропускной способности K_v, расчетное количество конденсата принимается равным

$$G=G_{макс.расч},$$

где $G_{макс.расч}$ — максимальный расчетный расход пара, кг/ч.

Для конденсационных горшков типа 5С-1ВКЗ, подбираемых по формуле инж. Строганова, расчетное количество конденсата, кг/ч, соответствует

$$G=3{,}5\div4G_{макс.расч}.$$

Давление пара перед конденсатоотводчиком p_3, кгс/см², следует принимать равным 95% давления пара перед теплопотребляющим аппаратом p_2, за которым устанавливается отводчик, т. е.

$$p_3=0{,}95p_2.$$

При определении величины давления пара для конденсатоотводчиков, установленных далеко от теплопотребляющих аппаратов, следует учитывать потери давления в трубопроводе на участке между аппаратом и конденсатоотводчиком.

Давление пара p_4, кгс/см², после конденсатоотводчика следует принимать:

а) при выдавливании конденсата — не более 50% давления пара p_2 после теплопотребляющего аппарата, за которым устанавливается конденсатоотводчик;

$$p_4=0{,}5p_2;$$

б) при свободном сливе конденсата — равным атмосферному ($p_4=0$).

Схема установки конденсатоотводчиков приведена на рис. 14.10.

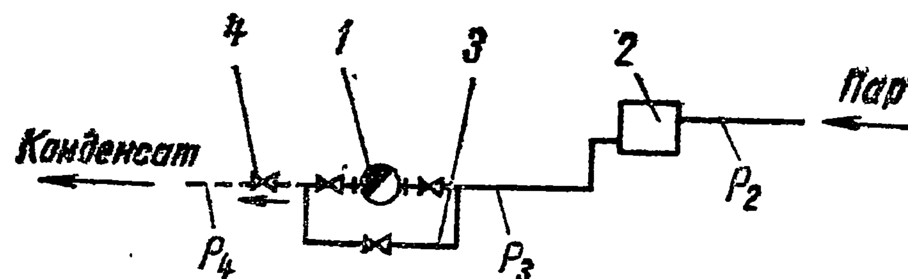


Рис. 14.10. Схема установки конденсатоотводчика

1 — конденсатоотводчик; 2 — прибор; 3 — обводная линия; 4 — обратный клапан, устанавливаемый только при подъеме конденсата

Конденсатоотводчик подбирается в зависимости от его типа и производительности, а также от перепада давлений до и после него.

1. Термодинамические и термостатические конденсатоотводчики, а также конденсатоотводчики с опрокинутым поплавком подбираются по коэффициенту пропускной способности.

Коэффициент пропускной способности, т/ч, по заданному расходу определяется:

а) при $t_к/t_н=0{,}85...1$ по формуле

$$K_v=\frac{G}{0{,}50\sqrt{\Delta p\gamma_t}}, \qquad (14.16)$$

где G — расчетное количество конденсата, т/ч;
K_v — коэффициент пропускной способности конденсатоотводчика по холодной воде, т/ч;
γ_t — плотность среды, проходящей через конденсатоотводчики при данной температуре, г/см³.

Примечание. Под средой понимается конденсат при параметрах, соответствующих давлению пара перед конденсатоотводчиком:
Δp — перепад давлений на конденсатоотводчике, кгс/см²;
$t_к$ — температура конденсата, °С;
$t_н$ — температура насыщения пара, °С;

б) при значительном переохлаждении конденсата в теплоиспользующем аппарате, когда $t_к/t_н<0{,}85$, по формуле

$$K_v=\frac{G}{\sqrt{\Delta p\gamma_t}}. \qquad (14.17)$$

Коэффициент пропускной способности $K_{v\,макс}$ определяется конструкцией проточной части конденсатоотводчика и численно равен расходу жидкости, т/ч, с плотностью 1 г/см^3, протекающей через конденсатоотводчик при максимальном его открытии и перепаде давления в нем 1 кгс/см^2.

Величина $K_{v_{макс}}$ для конденсатоотводчиков приводится в их технических данных.

2. Производительность конденсатоотводчиков с открытым поплавком типа 5С-1БКЗ по холодному конденсату определяется по формуле инж. Строганова или по номограмме (рис. 14.11)

$$G = 32d^2 \sqrt{p_3 - p_4}\,, \qquad (14.18)$$

где G — производительность конденсатоотводчика, кг/ч;

d — диаметр клапанного отверстия, мм;

p_3 и p_4 — давление соответственно перед и после конденсатоотводчика, кгс/см^2.

При определении фактической пропускной способности конденсатоотводчиков по горячему конденсату следует вводить понижающий коэффициент при перепаде давлений:

до 2 кгс/см^2	$1/3{,}5 = 0{,}286$
выше 2 »	$1/4 = 0{,}25$

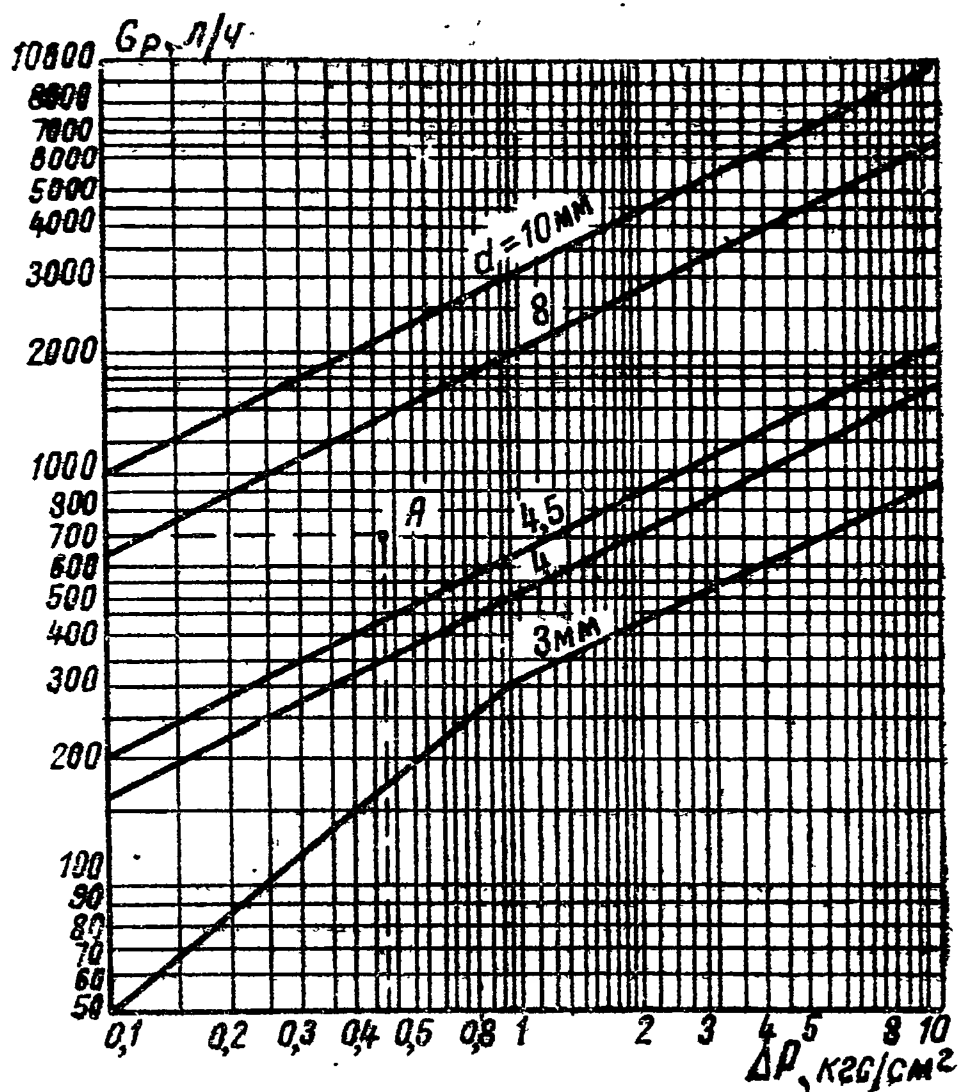


Рис. 14.11. Номограмма для подбора конденсатоотводчика с открытым поплавком

Пример 14.5. Подобрать конденсатоотводчик для системы парового отопления при следующих условиях: максимальное расчетное количество пара $G_{макс \cdot расч} = 650$ кг/ч$=0{,}65$ т/ч; давление пара перед нагревательными приборами $p_2 = 4$ кгс/см^2; конденсат после конденсатоотводчика поступает в трубопровод с противодавлением $p_4 = 1{,}6$ кгс/см^2 и $t_к/t_н = 1$.

Решение. Определяем давление пара перед конденсатоотводчиком:

$$p_3 = 0{,}95\, p_2 = 0{,}95 \cdot 4 = 3{,}8 \text{ кгс/см}^2.$$

Находим перепад давлений до и после конденсатоотводчика:

$$p = p_3 - p_4 = 3{,}8 - 1{,}6 = 2{,}2 \text{ кгс/см}^2.$$

Подбор конденсатоотводчика ведем по коэффициенту пропускной способности:

$$K_v = \frac{G}{0{,}5\sqrt{\Delta p \gamma_t}}\,,$$

где γ_t — плотность среды, проходящей через конденсатоотводчик, равная 0,925 г/см^3.

$$K_v = \frac{0{,}65}{0{,}5\sqrt{2{,}2 \cdot 0{,}925}} = 0{,}92 \text{ т/ч}.$$

Принимаем к установке термодинамический конденсатоотводчик типа 45ч12нж с условным проходом $d_у = 20$ мм, имеющим $K_{v_{макс}} = 1$.

Б. ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ЗАТВОРЫ

Для отвода конденсата из паропроводов систем парового отопления низкого давления в концевых точках системы устанавливают гидрозатворы (петли V-образной формы), соединяющие паропроводы со сборным конденсатоотводом.

Гидравлические затворы изготовляют из труб (рис. 14.12).

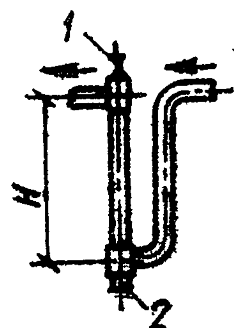


Рис. 14.12. Гидравлический затвор

1 — кран для продувки с $d = 1/2''$; *2* — пробка для спуска грязи

Высота гидравлического затвора, м, определяется по формуле

$$H = 10\,(p_3 - p_4) + 0{,}15, \qquad (14.19)$$

где p_3 — давление пара в точке присоединения гидравлического затвора, кгс/см^2 (абс.);

p_4 — давление пара в конденсатопроводе, кгс/см^2 (абс.).

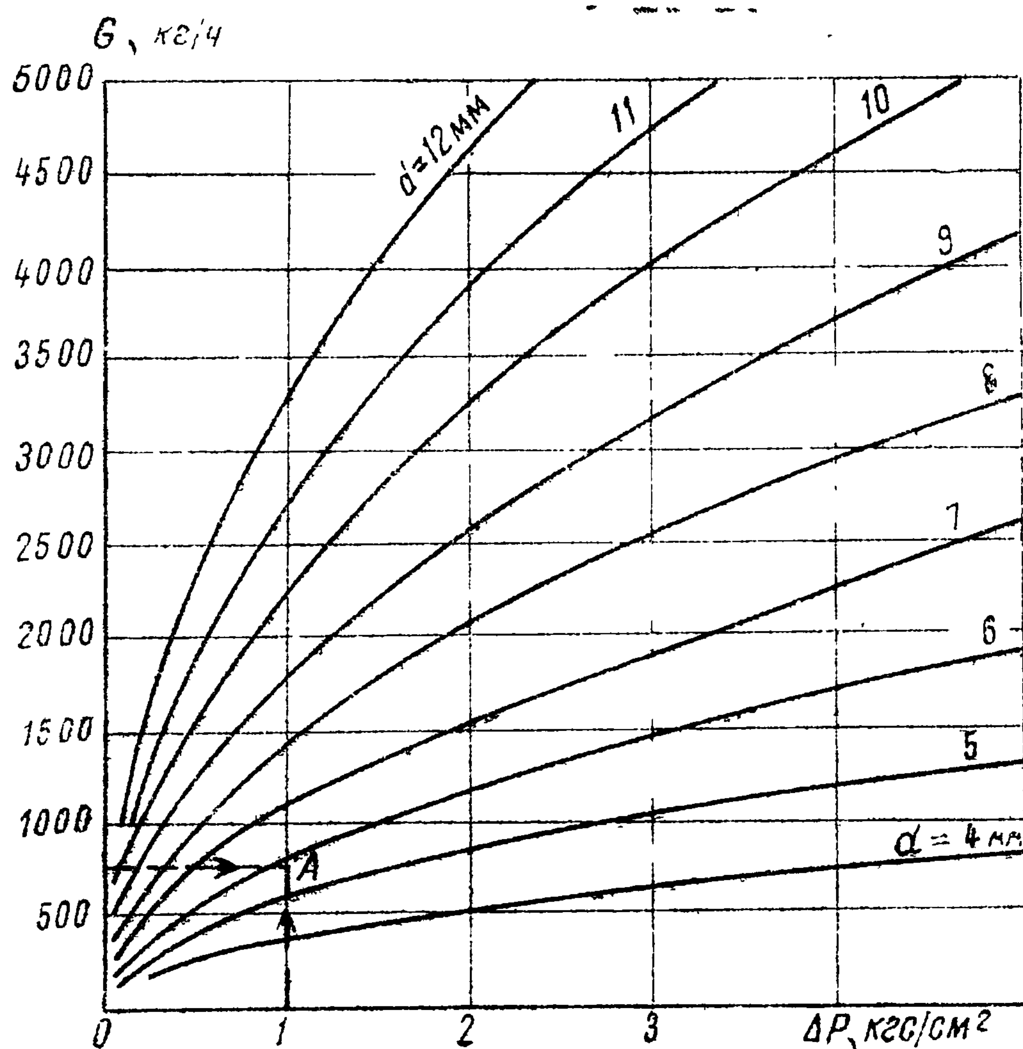


Рис. 14.13. Номограмма для определения диаметра отверстия d подпорной шайбы

При свободном сливе конденсата $p_4=1$ кгс/см². Диаметр трубы гидравлического затвора d определяют исходя из условия пропуска максимального количества конденсата со скоростью 0,2—0,3 м/с.

Подпорные шайбы применяют в конденсатопроводах теплообменных аппаратов при давлении перед шайбой до 6 кгс/см², когда колебания расхода пара не превышают 30%.

Подпорные шайбы неприменимы:

а) для дренажа конденсата в паропроводах;

б) если при уменьшении тепловой нагрузки уменьшается теплоотдающая поверхность теплообменного аппарата.

Диаметр отверстия, мм, подпорной шайбы для конденсата с $\gamma=1000$ кг/м³ определяют по номограмме (рис. 14.13) или по формуле

$$d=0,21\sqrt[4]{\frac{G^2}{\Delta p}}, \qquad (14.20)$$

где G — расход конденсата, кг/ч;

Δp — разность давлений, кгс/см², до и после шайбы; $p=p_3-p_4$.

Схема установки подпорных шайб приведена на рис. 14.14.

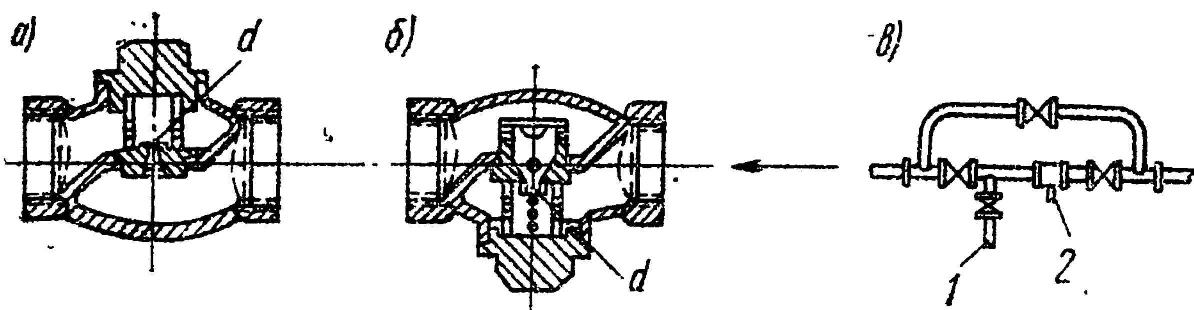


Рис. 14.14. Схема установки подпорных шайб

а — без обратного клапана; *б* — с обратным клапаном; *в* — общий вид установки; *1* — контрольный штуцер с $d=15$ мм; *2* — подпорная шайба

В. РЕДУКЦИОННЫЕ КЛАПАНЫ

Подбор редукционных клапанов типа 18ч2бр (приложение XI) производится по номограмме (рис. 14.15) в зависимости от перепада давлений и расхода пара. Необходимо учитывать, что одним редукционным клапаном давление можно снизить не более чем в 5 раз, т. е. $p_1/p_2 \leqslant 5$. При большем перепаде следует устанавливать два клапана последовательно.

Рабочая среда подается под золотник. На паропроводе до редукционного клапана и за ним должны быть установлены запорные вентили с обводным устройством. За клапаном должны быть установлены предохранительный клапан и манометр для контроля за величиной давления в паропроводе.

Клапан устанавливается на горизонтальном трубопроводе в вертикальном положении маховиком вниз.

Пример 14.6. Определить диаметр редукционного клапана при $p_1=4,5$ кгс/см², $p_2=2,5$ кгс/см² и $G=450$ кг/ч. Пар насыщенный.

Решение. По номограмме из точки *А* (соответствующей $p_1=4,5$ кгс/см²) проводим кривую до пересечения с прямой, проведенной из точки *Б* (соответствующей $p_2=2,5$ кгс/см²). Полученную точку *В* сносим влево и находим расход пара $g=168$ кг/(ч·см²). Сечение клапана должно быть

$$f=\frac{G}{g}=\frac{450}{168}=2,7 \text{ см}^2.$$

По табл. IX.1 приложения IX принимаем $D_у$ редукционного клапана равным 50 мм ($f=5,3$ см²).

Пример 14.7. Определить диаметр редукционного клапана при $p_1=9$ кгс/см², $p_2=5,5$ кгс/см² и $G=2000$ кг/ч. Температура перегретого пара 320 °С.

Решение. По номограмме из точки *Г* (соответствующей $p_1=9$ кгс/см²) проводим кривую *ГДЕ* до пересечения с прямой, проведенной из точки *И* (соответствующей $p_2=5,5$ кгс/см²). Полученную точку *Ж* сносим влево и находим $g=230$ кг/(ч·см²). Сечение клапана должно быть не менее

$$f=\frac{2000}{230}=8,7 \text{ см}^2.$$

По табл. IX.1 приложения IX принимаем $D_у$ редукционного клапана равным 80 мм ($f=13,2$ см²).

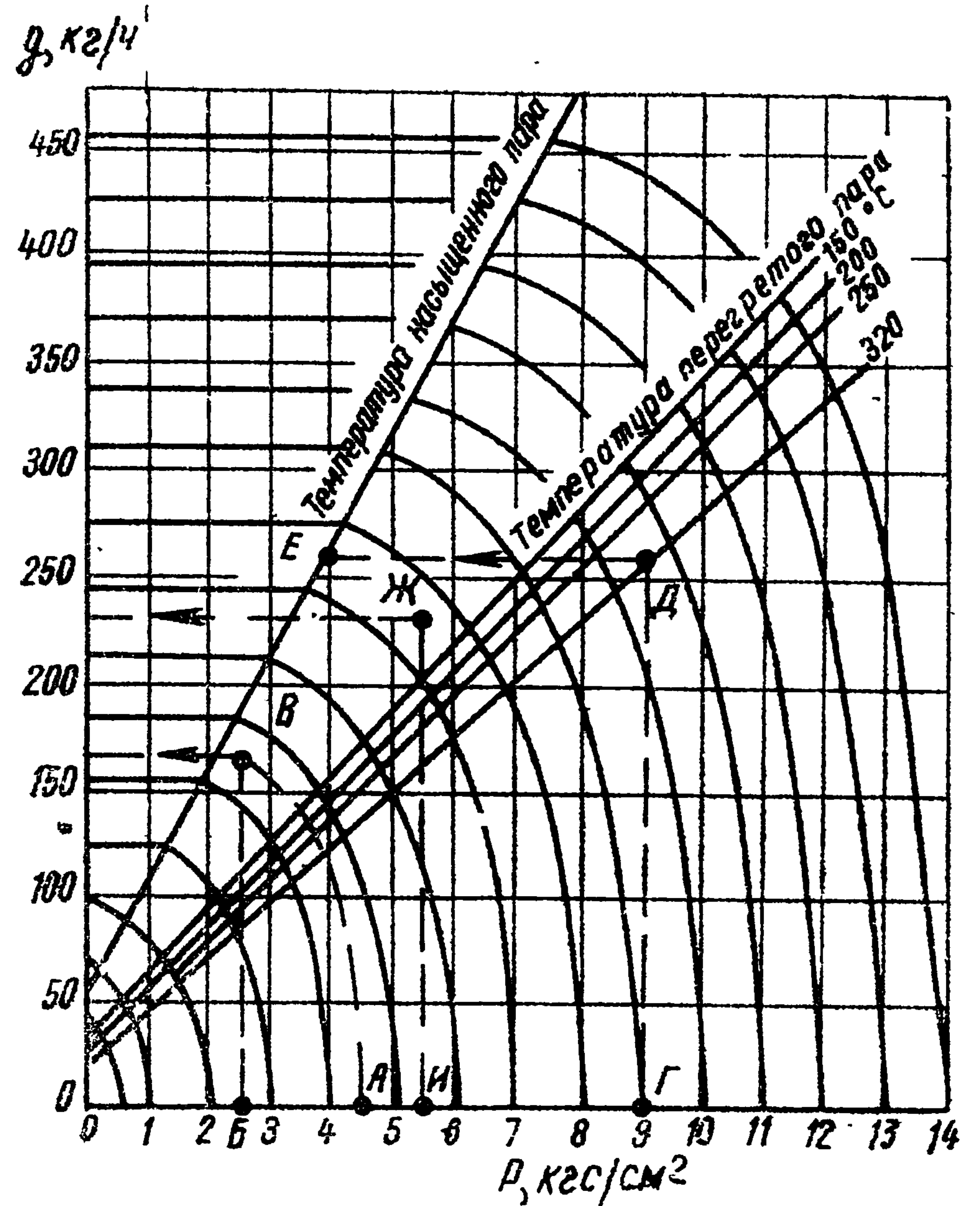


Рис. 14.15. Номограмма для подбора редукционных клапанов

Г. ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЕ КЛАПАНЫ

Взамен гидравлических предохранительных выкидных приспособлений на паровых котлах любых типов, конструкций и паропроизводительностей, рабочее избыточное давление в которых не превышает 0,7 кгс/см², применяют клапаны КСШ-0,7-810 (приложение IX).

Для предотвращения повышения давления сверх 0,7 кгс/см² на стационарных котлах, резервуарах и трубопроводах для воды и пара при температуре до 225° С применяют клапаны предохранительные рычажно-грузовые малоподъемные фланцевые чугунные на $P_у=16$ кгс/см² (приложение IX).

Диаметр прохода, см, клапана на вводе паропровода в здание определяют по формуле

$$d=\frac{0,006G}{h\,(p+1)}, \qquad (14.21)$$

где G — наибольший расход пара, кг/ч;

h — высота подъема клапана, см (принимаемая равной $0,05d$);

p — давление пара на вводе, кгс/см².

Примечание. Диаметры дроссельных шайб, устанавливаемых на паропроводах для увязки давлений, допускается подбирать по номограмме (см. рис. 14.15), толщина шайб должна быть $\delta_ш \geqslant 1/30\, d_{вн}$ трубы, но не менее 2 мм.

Диаметр предохранительного клапана должен быть не менее диаметр выкидной трубы — не менее диаметра самого клапана. Установка запорной арматуры на выкидной трубе не допускается.

Д. БАЧКИ-СЕПАРАТОРЫ

Уровень конденсата в бачках-сепараторах, считая от уровня пола помещения, не должен превышать 5 м. При этом объем конденсата в них должен занимать не более 20% общего объема бачка.

Давление пара в бачках-сепараторах принимают в пределах 0,5 кгс/см².

Емкость бачка-сепаратора, м³, определяют по формуле

$$V = 0{,}0005vGx, \qquad (14.22)$$

где v — удельный объем пара при соответствующем давлении в бачке, м³/кг;

G — расход конденсата во всех подключенных конденсатопроводах, кг/ч;

x — содержание пара по массе в долях единицы.

Значение x определяют по формуле

$$x = 0{,}001\,(G_{\text{в.в}} + G_{\text{пр.п}}), \qquad (14.23)$$

где $G_{\text{в.в}}$ и $G_{\text{пр.п}}$ — количество пара вторичного вскипания и пролетного пара, кг/т.

Количество пара вторичного вскипания и пролетного пара, прошедшего через теплообменники, определяют по табл. 14.10.

ТАБЛИЦА 14.10

КОЛИЧЕСТВО ПАРА ВТОРИЧНОГО ВСКИПАНИЯ И ПРОЛЕТНОГО ПАРА, ПРОШЕДШЕГО ЧЕРЕЗ ТЕПЛООБМЕННИК ($G_{\text{в.в}}+G_{\text{пр.п}}$)

Давление пара перед теплообменником p_2, кгс/см²	Количество пара, кг/т, при давлении $p_{\text{п}}$, кгс/см², в точке отбора												
	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,5	2
0,1	6												
0,2	11												
0,3	17	11	5										
0,4	22	16	10	5									
0,5	27	21	16	10	5								
			20	14	9	4							
0,6	31	25	24	19	14	9	4						
0,7	35	30											
0,8	40	34	28	23	18	13	9	4					
0,9	44	38	33	27	22	17	13	9	4				
1			36	31	26	21	17	13	8	4			
	48	42	55	49	45	40	35	31	27	23	19		
1,5	65	60											
2	83	76	71	66	61	56	52	48	43	39	35	17	—
2,5	97	91	86	81	76	71	67	62	58	54	50	32	15
3	111	105	100	94	90	85	81	76	72	68	64	45	29
3,5	124	118	113	107	103	98	94	90	85	82	78	59	43
4	136	130	125	120	115	110	105	102	98	94	90	71	55
5	159	153	148	143	138	133	129	125	121	117	114	95	80

Е. КОНДЕНСАТНЫЕ БАКИ

Емкость конденсатных баков для систем парового отопления низкого давления принимают равной: 1-часовому расходу — при наличии центробежного насоса и 2-часовому — при перекачке конденсата в котел ручным насосом.

Емкость конденсатных баков для сбора конденсата от местных систем отопления и перекачки его на тепловой пункт принимают равной: 15-минутному расходу — при автоматическом управлении насосами и 30-минутному — при ручном управлении.

Давление паровой подушки в местных конденсатных баках принимают равным 0,05—0,15 кгс/см².

Водяная часть в баке должна составлять не более 80% объема бака.

Ж. НАСОСЫ ДЛЯ ПЕРЕКАЧКИ КОНДЕНСАТА

Для перекачки конденсата из отдельных конденсатных баков на тепловой пункт на общем конденсатопроводе устанавливают параллельно работающие насосы (по два на каждый конденсатный бак).

Производительность каждого насоса принимают равной часовому расходу конденсата.

Для перекачки конденсата из конденсатного бака в паровой котел систем отопления низкого давления устанавливают один насос производительностью, равной 2-часовому расходу конденсата.

Давление, кгс/см², создаваемое насосом при перекачке конденсата в котел систем низкого давления, определяется по формуле

$$p = p_{\text{к}} + 0{,}1\Delta h + \Delta p + 1, \qquad (14.24)$$

где $p_{\text{к}}$ — давление в котле, кгс/см²;

Δh — разность отметок нижнего уровня воды в конденсатном баке и уровня воды в котле или высшей точке питательного трубопровода, м;

Δp — потери давления в питательном трубопроводе, кгс/см².

Разность высот, м, между низшим уровнем конденсата в баке и осью насоса для предупреждения кавитации должна соответствовать

$$H \geqslant \frac{p_{\text{н}} + \Delta p + (p_t - p_{\text{н}}) - p_{\text{к.б}}}{\gamma_{\text{к}}}, \qquad (14.25)$$

где $p_{\text{н}}$ — давление насыщенного пара, соответствующее температуре перекачиваемого конденсата, кгс/м² (см. табл. 1.3);

Δp — потери давления во всасывающем трубопроводе, кгс/м²;

p_t — давление насыщенного пара, соответствующее температуре конденсата, увеличенной на 5°, кгс/м²;

$p_{\text{к.б}}$ — давление над поверхностью конденсата в конденсатном баке, кгс/м²;

$\gamma_{\text{к}}$ — плотность конденсата, кг/м³.

Если при этом величина H получится отрицательной, значит для нормальной работы насоса подпор не требуется и возможна работа насоса на всасывание. Глубину всасывания в этом случае можно принимать меньшей или равной H, но не превышающей вакуумметрическую высоту всасывания, указанную в каталоге насосов.

Глава 15. ВОЗДУШНОЕ ОТОПЛЕНИЕ[1]

15.1. Общие сведения

Воздушное отопление рекомендуется применять для помещений производственного, общественного и вспомогательного назначения.

В децентрализованных системах воздушного отопления нагрев и циркуляция воздуха в помещении осуществляется воздушно-отопительными агрегатами (см. приложение XIII). В отапливаемом помещении рекомендуется устанавливать не менее двух агрегатов. Воздух из агрегатов выпускается, как правило, выше рабочей зоны. Отопление агрегатами осуществляется в тех случаях, когда отсутствует приточная вентиляция или объем приточного воздуха незначителен.

В централизованных системах воздушного отопления используются вентиляционные камеры, при этом воздух по воздуховодам поступает в приточные воздухораспределительные устройства, через которые выпускается в отапливаемое помещение. Воздух в помещение раздается одной или несколькими горизонтальными компактными струями. Конструкция воздухораспределителя должна обеспечивать изменение угла подачи струи воздуха в вертикальной плоскости. Для установки минимального числа воздухораспределительных устройств следует применять воздухораспределители с большими значениями скоростных коэффициентов m (табл. 15.1), устанавливая их выше рабочей зоны помещения.

Воздухораспределение следует проектировать так, чтобы обеспечивать движение обратного потока воздуха через рабочую зону.

Места выпуска воздуха следует назначать так, чтобы воздушные струи не встречали на своем пути массивных строительных конструкций или оборудования. Расстояние от мест выпуска воздуха до возможных препятствий должно быть не менее удвоенной высоты помещения.

Выпуск воздуха рекомендуется осуществлять: при высоте помещения менее 8 м — настилающимися струями, более 8 м — ненастилающимися струями. Струя настилается на потолок при выпуске воздуха от пола на расстоянии $h>0{,}85\ H$, где H — высота помещения, м. Ненастилающаяся струя образуется при $h=(0{,}35...0{,}65)H$.

Минимальное расстояние по вертикали от верхнего уровня рабочей зоны до места выпуска воздуха должно быть не менее $0{,}3\sqrt{F_п}$, где $F_п$ — площадь поперечного сечения помещения, приходящаяся на одну струю, м^2.

Воздух на рециркуляцию или вытяжку рекомендуется забирать из рабочей зоны со стороны мест выпуска. В исключительных случаях допускается забирать воздух из верхней зоны, что приводит к повышению расхода тепла на отопление. В отапливаемых помещениях желательно обеспечивать подпор в объеме 0,5 1/ч.

[1] По данным институтов Охраны труда ВЦСПС и ЦНИИПромзданий.

Расстояние в плане между агрегатами или воздухораспределительными устройствами при установке их в ряд принимается не более трех высот помещения. При многорядной установке рекомендуется встречная раздача воздуха. Длина участка, обслуживаемого одной струей, принимается не более $m\sqrt{F_п}$ (рис. 15.1).

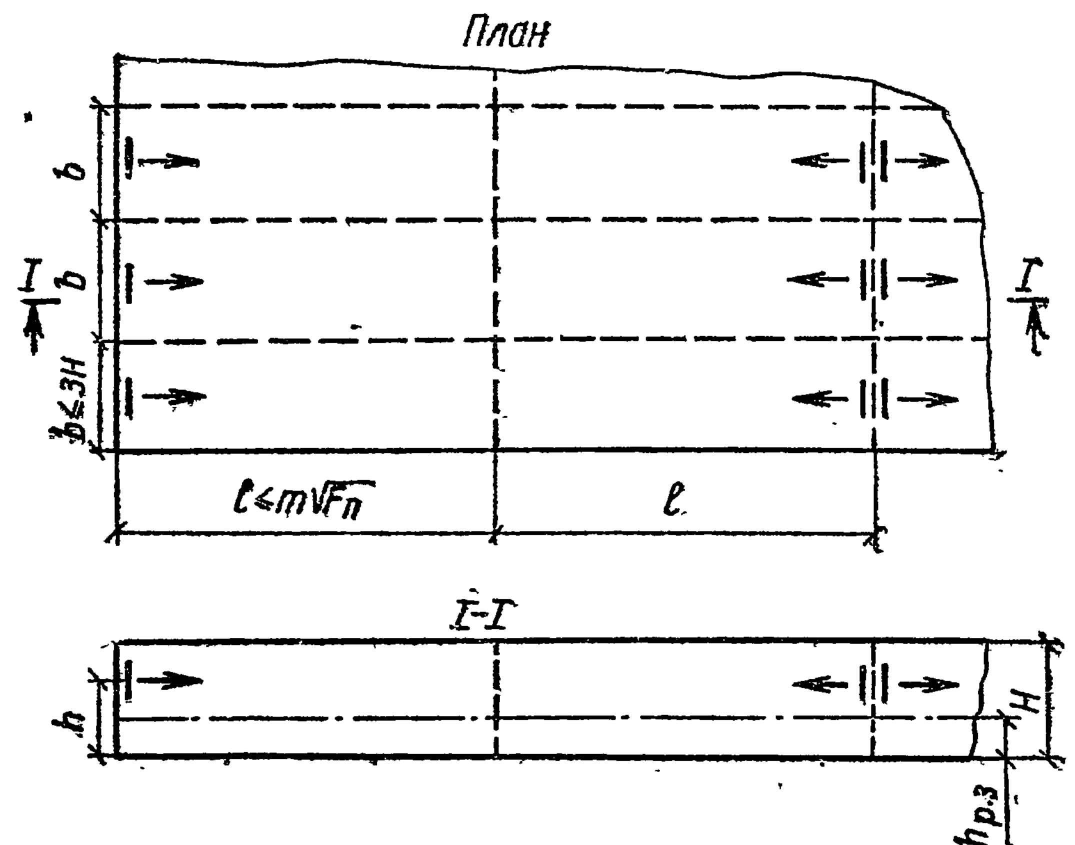


Рис. 15.1. Схема расположения мест выпуска воздуха в помещении

Следует учитывать, что при любых способах раздачи температура воздуха в рабочей зоне будет ниже расчетной, если количество тепла, поступающего с воздухом, принимать равным теплопотерям помещения.

15.2. Расчет систем воздушного отопления

А. ПОДБОР ВОЗДУШНО-ОТОПИТЕЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ

Предварительно определяется количество агрегатов, устанавливаемых в помещении:

$$N=K\frac{Q}{Q_{агр}}, \tag{15.1}$$

где K = 1,1 и 1,3 — при заборе воздуха соответственно из рабочей зоны и верхней зоны помещения;

Q — расчетная тепловая мощность системы отопления помещения, ккал/ч;

$Q_{агр}$ — теплопроизводительность агрегата (см. приложение XIII).

Для принятого количества агрегатов вычисляется расчетная теплопроизводительность агрегата:

$$Q_{агр}^{расч}=K\frac{Q}{N}. \tag{15.2}$$

Температура воздуха, подаваемого в помещение, определяется по формуле

$$t_{агр}=t_{р.з}+\frac{Q_{агр}^{расч}}{0{,}29L_{агр}}. \tag{15.3}$$

ТАБЛИЦА 15.1

СКОРОСТНЫЕ И ТЕМПЕРАТУРНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЕЙ

Воздухораспределитель	Схема	Значения коэффициентов при			
		ненастилающейся струе		настилающейся струе	
		m	*n*	*m*	*n*
Цилиндрическая труба с конфузором		7,7	5,8	10,9	8,2
Цилиндрическая труба		6,8	4,8	9,6	6,8
То же, с сеткой	КЖ.С=0,5	6	4,5	8,5	6,4
То же, с отводом		5,4	4,1	7,6	5,8
Отвод с лопатками на повороте и спрямляющей решеткой на выходе		5,4	4,1	7,6	5,8
Патрубок поворотный типа ПП		6,6	4,5	9,3	6,4
Решетки и сетки при коэффициенте живого сечения [illegible]0,5*	—	6	4,2	8,5	5,9
Конфузор за осевым вентилятором (площадь выхода [illegible] начальной)		6	4,2	8,5	5,9

Продолжение табл. 15.1

Воздухораспределитель	Схема	Значения коэффициентов при ненастилающейся струе, m	ненастилающейся струе, n	настилающейся струе, m	настилающейся струе, n
Спрямляющая решетка непосредственно за осевым вентилятором		4,5	3,8	6,4	5,4
Патрубок за осевым вентилятором		3,9	2,9	5,4	4,1
Редкая сетка за осевым вентилятором в коротком патрубке		2,8	1,7	3,2	2,4

* За расчетную площадь F_0 принимается площадь живого сечения решетки.

Максимально допустимая температура подаваемого агрегатом воздуха рассчитывается по формуле

$$t_0 = t_{р.з} + 1300\,\frac{v_0^2\sqrt{F_0}}{mnF_п}, \qquad (15.4)$$

где v_0 — начальная скорость воздуха, м/с, отнесенная к расчетной площади воздухораспределительного устройства F_0 (см. приложение XIII);

m и n — скоростной и температурный коэффициенты воздухораспределительного устройства (см. табл. 15.1).

Если полученная расчетом величина t_0 будет больше $t_{агр}$, то расчет закончен. При $t_0 < t_{агр}$ следует увеличить число агрегатов в помещении.

Б. РАСЧЕТ ЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ СИСТЕМ ВОЗДУШНОГО ОТОПЛЕНИЯ

В отличие от расчета воздушно-отопительных агрегатов (когда обеспечивается поддержание нормируемой температуры воздуха в рабочей зоне) при расчете централизованных систем воздушного отопления обеспечивается нормируемая скорость воздуха в рабочей зоне помещения при максимально допустимой температуре подаваемого воздуха.

Находится требуемая площадь поперечного сечения помещения, приходящаяся на один воздухораспределитель:

$$F_п^{тр} = \left[\frac{1\,350\,000V}{KlmnQ}\left(\frac{v_{норм}}{\bar{u}}\right)^3\right]^2, \qquad (15.5)$$

где V — внутренний объем отапливаемого помещения, м³;

l — длина зоны, обслуживаемой одной струей, м, которая принимается в пределах $0{,}5\,m\sqrt{F_п} < l < m\sqrt{F_п}$;

$v_{норм}$ — нормируемая скорость воздуха в рабочей зоне, м/с;

$\bar{u}$ — относительная максимальная скорость воздуха в обратном потоке (табл. 15.2).

ТАБЛИЦА 15.2

ОТНОСИТЕЛЬНАЯ СКОРОСТЬ $\bar{u}$

Относительная скорость $\bar{u}$	1,3	1,15	1,05	1	0,95	0,9	0,8	0,7	0,65
Число воздухораспределителей в ряду, N	1	2	4	6	8	10	12	14	16

Величина $F_п$ принимается не более полученной при соблюдении условия $b \leqslant 3H$ (см. рис. 15.1).

Определяется требуемая площадь воздухораспределителя:

$$F_0^{тр} = F_п\left(\frac{v_{норм}}{v_0\,\bar{u}}\right)^2, \qquad (15.6)$$

...принимают исходя из акустических требований к ... помещению, но не более 15 м/с.

...установке следует принимать воздухораспределитель ближайшего большего типоразмера.

По величинам F_0 и v_0 рассчитывается количество ... подаваемого одним воздухораспределителем:

$$L_0 = 3600 F_0 v_0. \qquad (15.7)$$

...ходится температура подаваемого воздуха

$$t_0 = t_{р.з} + \frac{KQ}{0,29 L_0 N}. \qquad (15.8)$$

15.3. Примеры расчета воздушного отопления

Пример 15.1. Рассчитать систему отопления с применением ...но-отопительных агрегатов СТД-300М в производственном ... длиной 120 м, шириной 72 м и высотой H=9 м (рис. 15.2). Внутренний объем цеха V=120·72·9=78 000 м³. Нормируемая величина температуры воздуха в рабочей зоне $t_{р.з}$=16 °С. Расчетные теплопотери Q=1 400 000 ккал/ч. Агрегаты устанавливают на нулевой отметке.

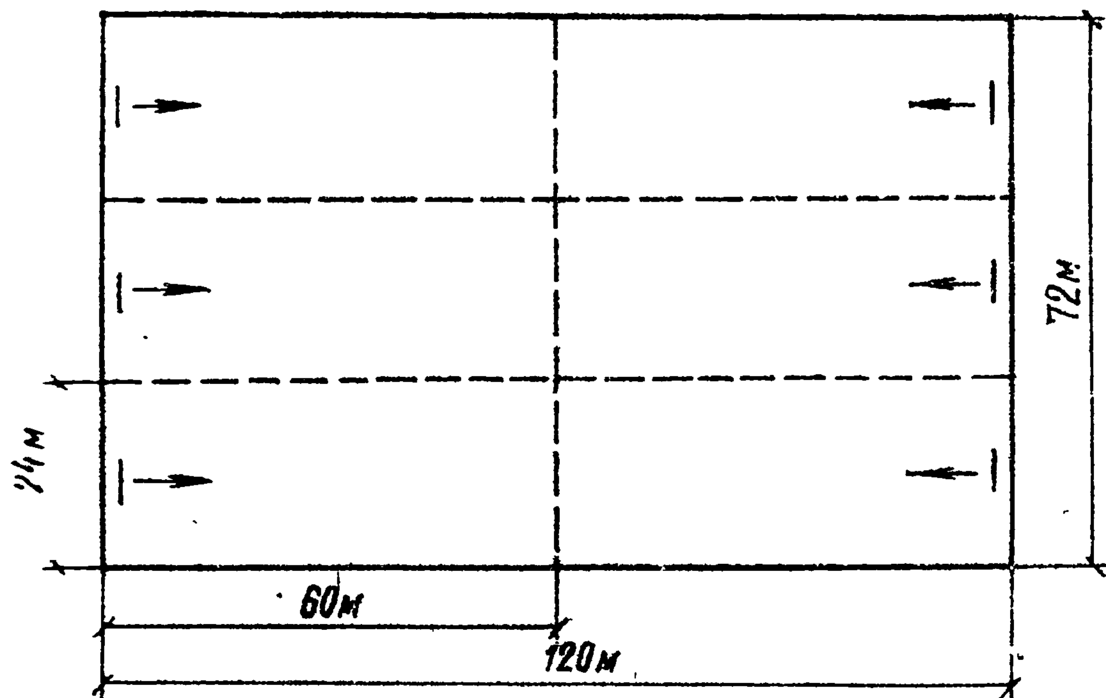


Рис. 15.2. План производственного цеха. Схема подачи воздуха агрегатами СТД-300М

Решение. Предварительно определяем количество агрегатов в цехе:

$$N = 1,1 \frac{1\,400\,000}{278\,000} = 5,6,$$

где K=1,1; $Q_{агр}$=278 000 ккал/ч (см. приложение XIII табл. XIII.5).

Принимаем к установке шесть агрегатов. Тогда получим:

$$Q_{агр}^{расч} = 1,1 \frac{1\,400\,000}{6} = 256\,000 \text{ ккал/ч};$$

$$t_{агр} = 16 + \frac{256\,000}{0,29 \cdot 28\,800} = 47° \text{ С},$$

где $L_{агр}$=28 800 м³/ч (см приложение XIII табл. XIII.5).

Вычисляем по формуле (15.4) максимально допустимую температуру подаваемого воздуха:

$$t_0 = 16 + 1300 \frac{11,8^2 \sqrt{0,675}}{5,4 \cdot 4,1 \cdot 216} = 47° \text{ С},$$

где v_0=11,8 м/с, F_0=0,675 м²; m=5,4; n=4,1 (см. табл 15.1) и $F_п$=24·9=216 м² (см. рис. 15.2).

Таким образом, требуемая температура подаваемого воздуха не превышает допустимой величины.

Пример 15.2. Рассчитать для условий примера 15.1 централизованную систему воздушного отопления. Воздух на рециркуляцию забирается из верхней зоны цеха. Нормируемая величина скорости воздуха в рабочей зоне $v_{норм}$=0,5 м/с; v_0=15 м/с.

Решение. Принимаем, что воздух подают встречными параллельными струями. Воздухораспределители типа ПП устанавливают вдоль продольных стен цеха (l=36 м).

Требуемая площадь поперечного сечения помещения, приходящаяся на один воздухораспределитель:

$$F_п^{тр} = \left[\frac{1\,350\,000 \cdot 78\,000}{1,3 \cdot 36 \cdot 6,6 \cdot 4,5 \cdot 1\,400\,000}\left(\frac{0,5}{0,85}\right)^3\right]^2 = 120 \text{ м}^2,$$

где K=1,3 при заборе воздуха на рециркуляцию из верхней зоны; m=6,6; n=4,5 (см. табл. 15.1) и $\bar{u}$=0,85 (см. табл. 15.2) при предварительно принятых 11 воздухораспределителях в ряду.

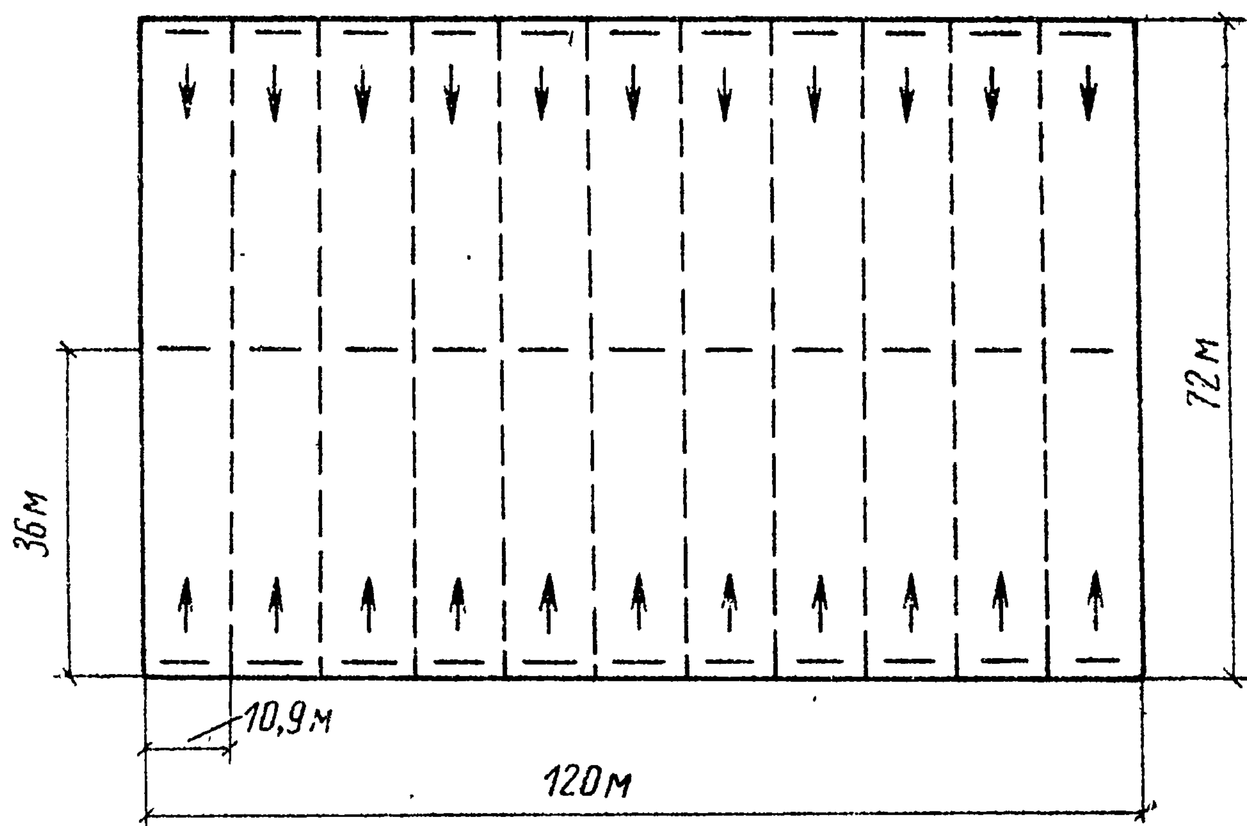


Рис. 15.3. Схема подачи воздуха воздухораспределителями типа ПП

Рассчитываем шаг установки воздухораспределителей:

$$b = \frac{F_п}{H} = \frac{120}{9} = 13,3 \text{ м}.$$

Окончательно принимаем к установке 11 воздухораспределителей в ряду (рис. 15.3), тогда b=120/11=10,9 м.

Требуемая площадь воздухораспределителя

$$F_о^{тр} = 10,9 \left(\frac{0,5}{15 \cdot 0,85}\right)^2 = 0,15 \text{ м}^2.$$

Принимаем к установке поворотные патрубки ПП5 ($F_о$=0,16 м²) по типовым чертежам серии 1.494-9.

Количество воздуха, подаваемого одним воздухораспределителем:

$$L_о = 3600 \cdot 0,16 \cdot 15 = 8650 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Температура подаваемого воздуха

$$t_0 = 16 + \frac{1,3 \cdot 1\,400\,000}{0,29 \cdot 8650 \cdot 22} = 49° \text{ С}.$$

Глава 16. ПАНЕЛЬНО-ЛУЧИСТОЕ ОТОПЛЕНИЕ

16.1. Общие сведения

Панельно-лучистое отопление осуществляется с помощью плоских плит (бетонных панелей) или поверхностей бетонных ограждающих конструкций, в массив которых заделаны нагревательные элементы.

Совмещение нагревательных элементов с ограждающими конструкциями повышает степень индустриальной готовности систем панельно-лучистого отопления, снижает металлоемкость, стоимость и трудовые затраты

на их монтаж. Широкие возможности размещения нагревательных элементов этих систем отопления позволяют удовлетворить самые разнообразные технические и санитарно-гигиенические требования. На выбор способа обогрева помещений и схемы систем панельно-лучистого отопления решающее влияние оказывают конструктивно-планировочные решения зданий и технология изготовления укрупненных строительных элементов.

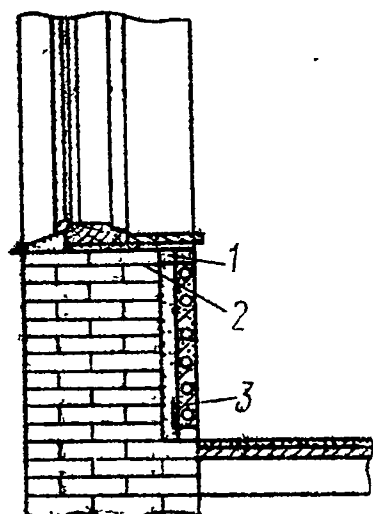


Рис. 16.1. Установка подоконной отопительной панели

1 — термоизоляция; 2 — верхние петли, закладываемые в кладку; 3 — нижние петли

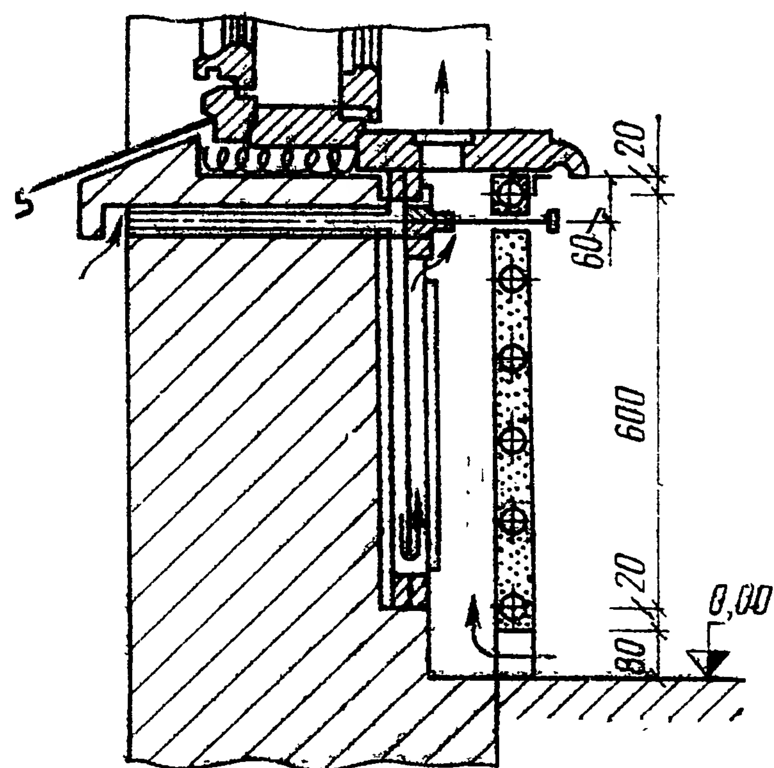


Рис. 16.2. Установка подоконной отопительной панели с каналом для подачи и подогрева наружного воздуха

К недостаткам систем панельного отопления с нагревательными элементами, заделанными в ограждающие конструкции, следует отнести большую теплоемкость, затрудняющую индивидуальное регулирование теплоотдачи, а также сложность ремонта и замены отдельных элементов систем отопления. Системы панельного отопления могут присоединяться к источникам теплоснабжения только с умягченной и деаэрированной водой, что необходимо для уменьшения внутренней коррозии труб и обеспечения длительного срока работы.

В зависимости от конструктивных особенностей и способа установки различают бетонные отопительные панели следующих типов:

а) подоконные (рис. 16.1 и 16.2) со змеевиками или регистрами из стальных или полиэтиленовых труб;

б) перегородочные, устанавливаемые во внутренних перегородках в местах примыкания их к наружным стенам (рис. 16.3) или в сплошных бетонных перегородках с рассредоточенным расположением нагревательных элементов (рис. 16.4);

в) бетонные лестничные площадки с регистрами или змеевиками из труб (рис. 16.5);

г) бетонные плиты перекрытия (рис. 16.6) с нагревательными элементами из труб (рис. 16.7);

д) плинтусные, устанавливаемые у пола по периметру отапливаемых помещений (см. рис. 16.6);

е) ригельные, устанавливаемые у потолка во внутренних перегородках (см. рис. 16.6);

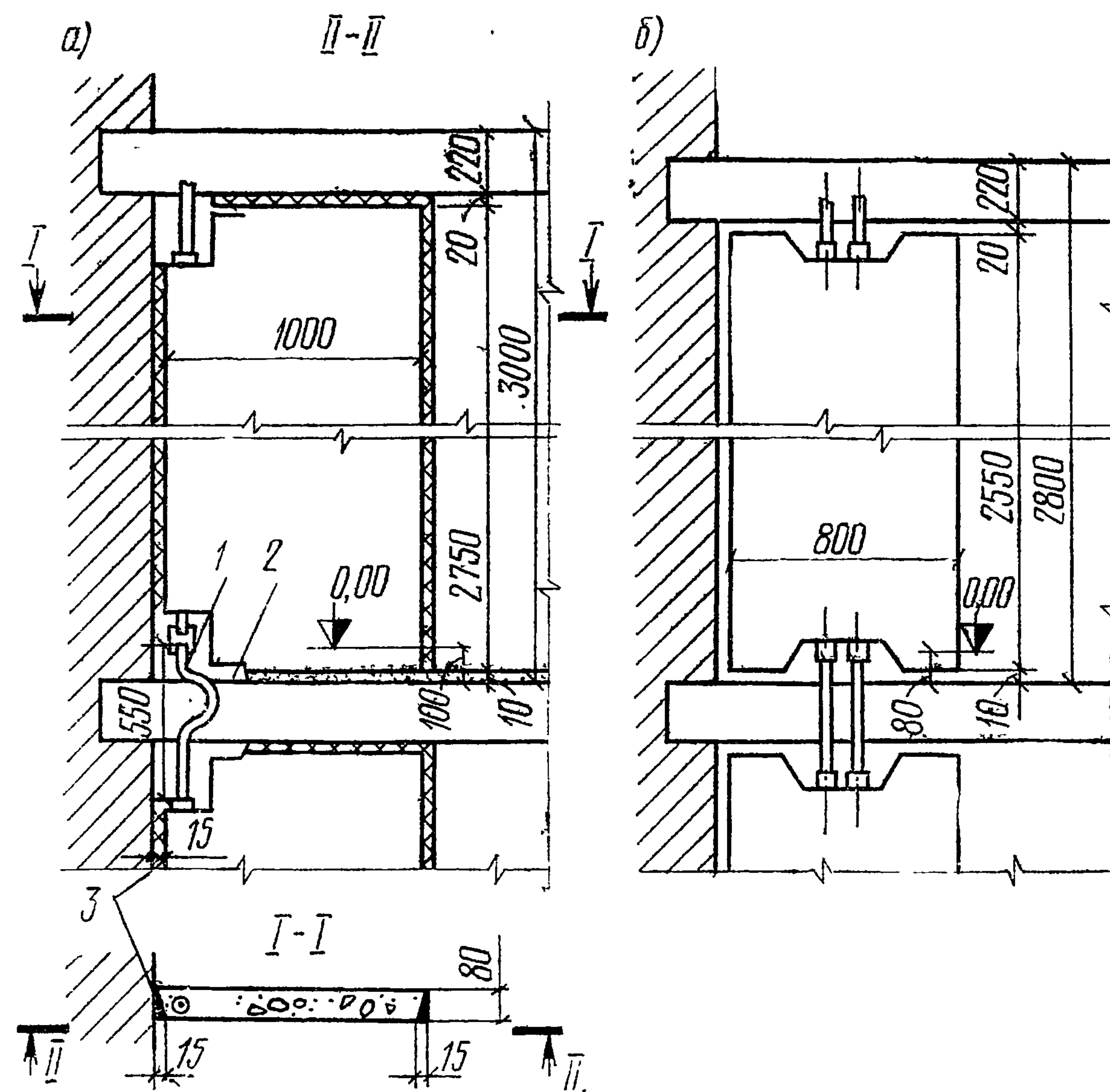


Рис. 16.3. Установка и сопряжение перегородочных отопительных панелей

а — тип БТ-10 для однотрубных систем; б — тип БТ для двухтрубных систем; 1 — междуэтажная вставка из цельнотянутых труб; 2 — подливка цементным раствором; 3 — разделка прядью и асбестоцементным раствором

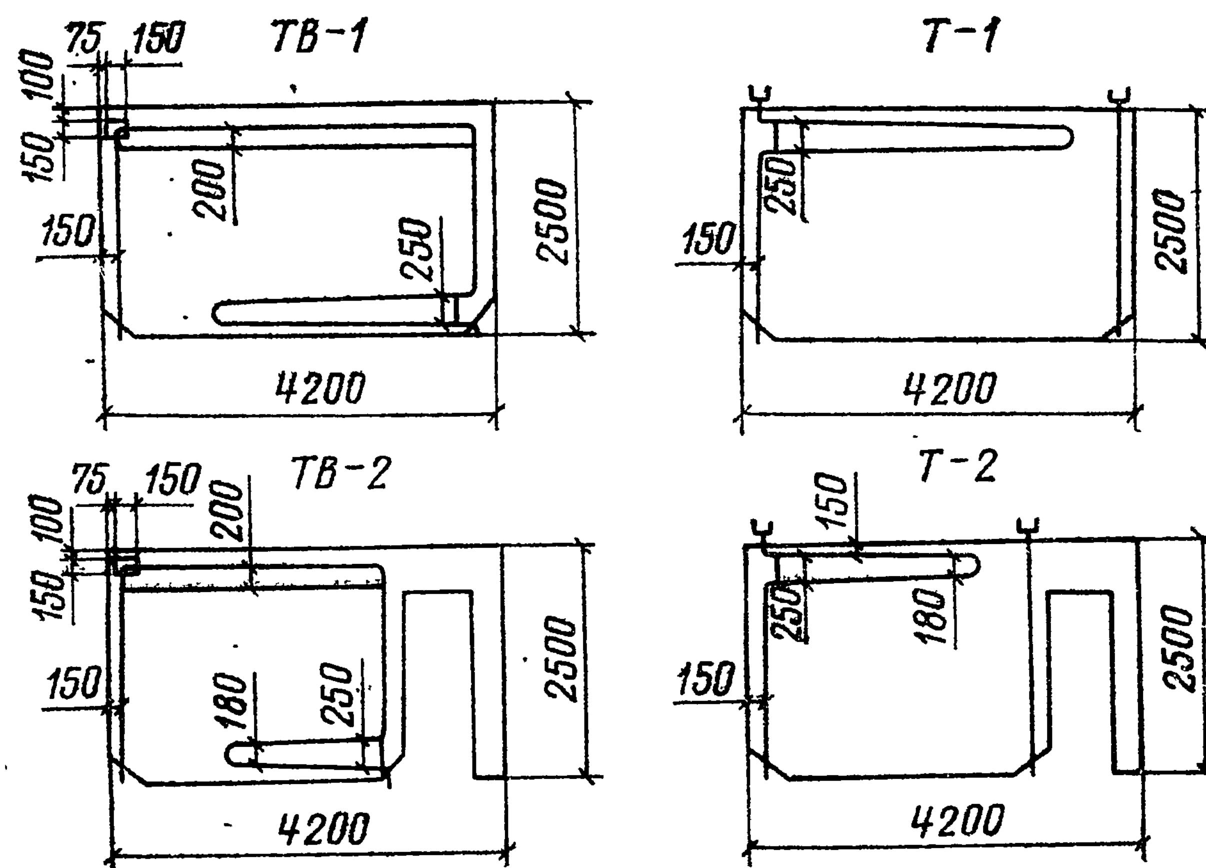


Рис. 16.4. Варианты рассредоточенного размещения нагревательных элементов в бетонных стенах и перегородках

ж) колонные с замоноличенными в них регистрами (см. рис. 16.6).

Технологическая характеристика и конструктивные размеры бетонных отопительных панелей промышленного изготовления приведены в приложении XIV.

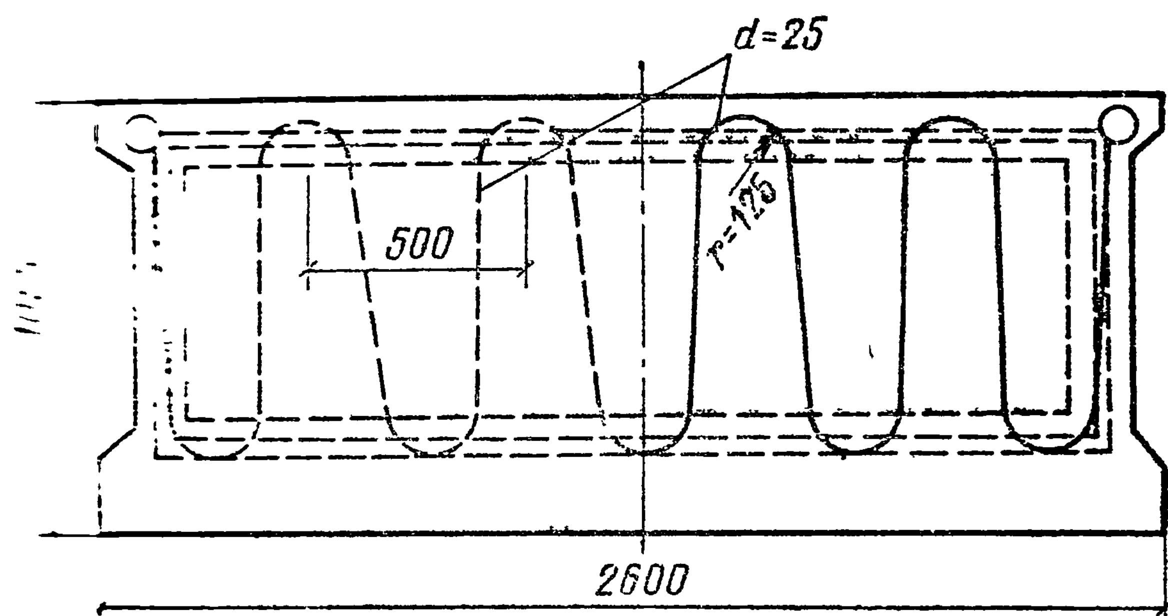


Рис. 16.5. Размещение нагревательного элемента в бетонной лестничной площадке

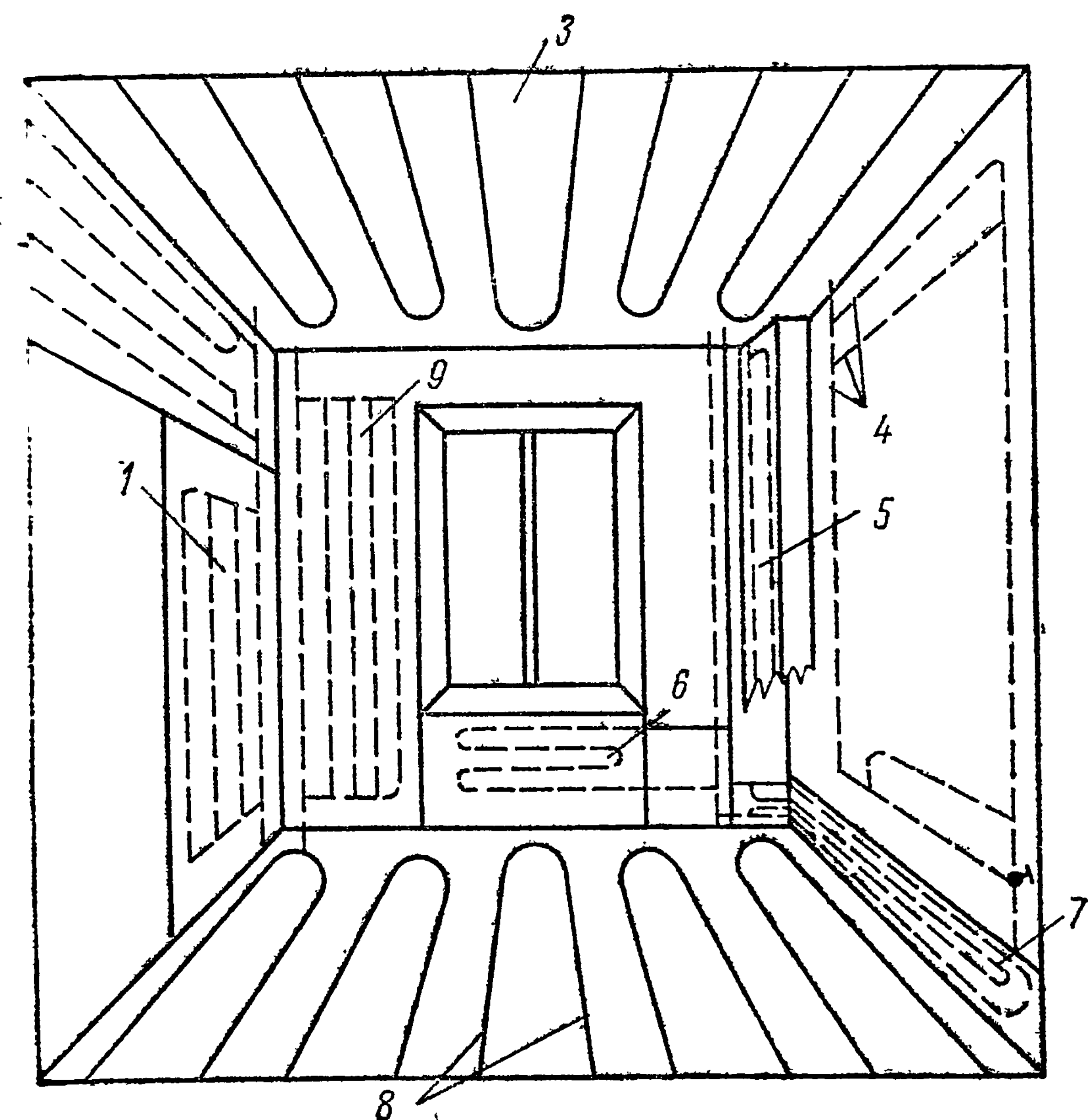


Рис. 16.6. Размещение нагревательных элементов в различных ограждениях помещения

1 — перегородочное; 2 — ригельное; 3 — потолочное; 4 — контурное; 5 — колонное; 6 — подоконное; 7 — плинтусное; 8 — напольное; 9 — стенное

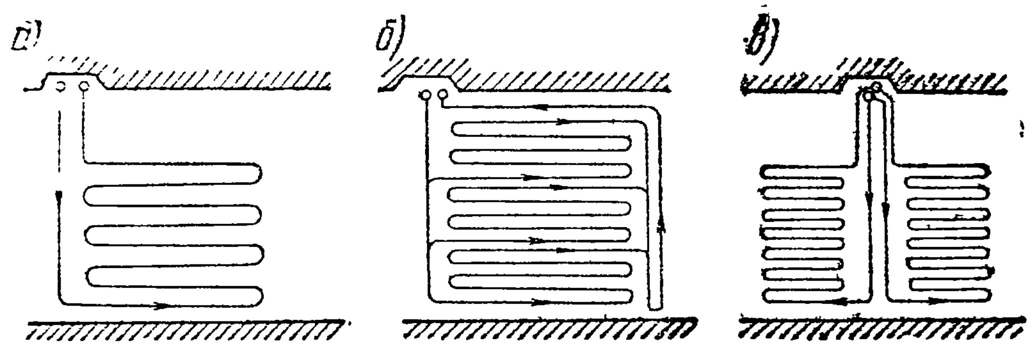


Рис. 16.7. Размещение змеевиков из труб в междуэтажных перекрытиях

а — змеевик; б — змеевиковый регистр; в — спаренный змеевик

Нагревательные элементы в бетонных отопительных панелях могут быть выполнены в виде змеевика или регистра. Змеевики обладают высоким гидравлическим сопротивлением и применяются в тех случаях, когда имеется достаточное располагаемое давление. Для уменьшения сопротивления применяют змеевики с параллельными участками. В этом случае гидравлическая характеристика параллельных участков не должна отличаться более чем на 40% при движении воды сверху вниз и на 15% при движении воды снизу вверх и в горизонтальных системах. При горизонтальной укладке змеевика (в перекрытии) скорость теплоносителя должна быть не менее 0,25 м/с, чтобы исключить возможность скопления воздуха в трубах.

Трубы, заделываемые в бетон, не должны иметь признаков коррозии. Нагревательные элементы рекомендуется испытывать на гидравлическую плотность давлением 15 кгс/см^2 в течение 10 мин, при этом максимальное гидростатическое давление в системе панельного отопления не должно превышать 10 кгс/м^2.

При укладке нагревательных элементов из стальных труб не допускается применять прокладки из органических материалов.

ЦНИИЭП жилища совместно с ЦНИИЭП инженерного оборудования разработал конструкцию комплексной панели перекрытия с нагревательными элементами системы потолочно-напольного отопления-охлаждения (рис. 16.8).

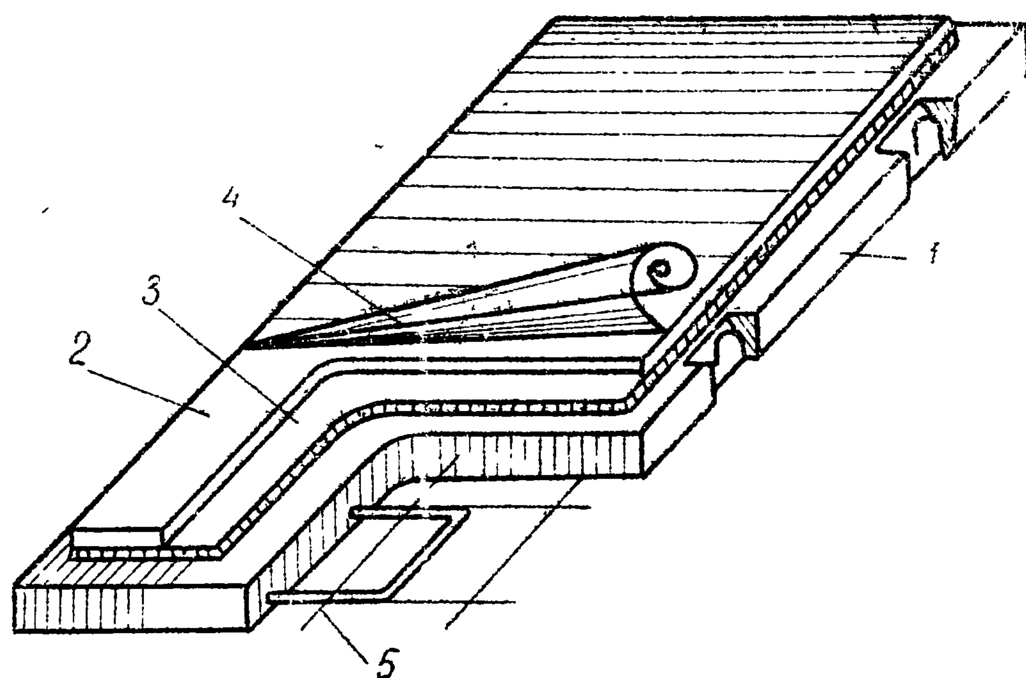


Рис. 16.8. Комплексная панель перекрытия с раздельным полом

1 — несущая панель; 2 — панель раздельного пола; 3 — звукоизоляционный материал; 4 — линолеум; 5 — преднапряженные трубы нагревательного элемента потолочно-напольного отопления

Применение преднапряженных нагревательных элементов (рис. 16.9) в комплексных панелях перекрытий дает следующие преимущества:

а) улучшаются условия теплового комфорта в отапливаемых помещениях;

б) сокращаются на 50% трудовые затраты на монтаж системы отопления;

в) снижается более чем в 3 раза металлоемкость системы отопления.

Технико-экономическая эффективность применения системы панельного отопления этой модификации составляет 1,18 руб. на 1 м^2 жилой площади.

В системах потолочно-напольного отопления рекомендуется применять двухтрубные схемы с нижней разводкой и последовательным присоединением змеевиков снизу вверх (по движению теплоносителя), что обеспе-

чивает свободное удаление воздуха. У каждого нагревательного прибора (змеевика) необходимо устанавливать регулировочные краны для обеспечения монтажной регулировки и возможности отключения не менее 30% поверхности нагрева.

Гидравлический расчет систем панельно-лучистого отопления рекомендуется проводить по методу переменных перепадов температуры теплоносителя по стоякам.

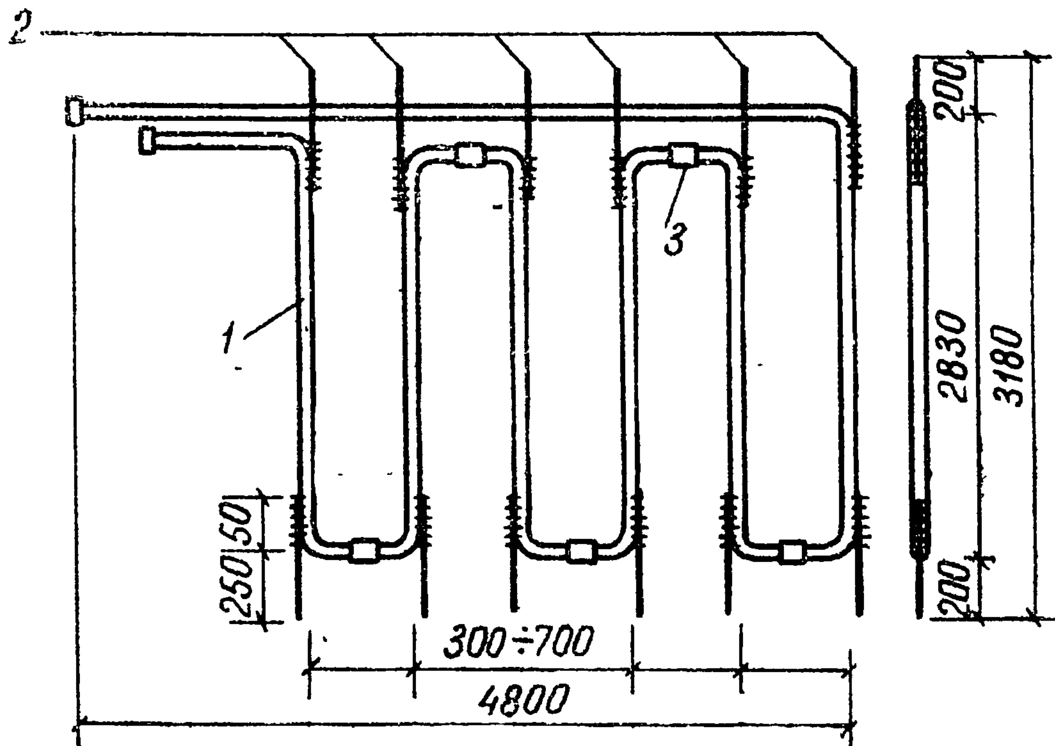


Рис. 16.9. Трубчатый нагревательный элемент

1 — змеевик из стальных труб ⌀ 21,3 мм; *2*—анкерующие стержни из арматуры с ⌀ 3 мм; *3* — допустимые места стыковки отдельных труб

Допускаемая средняя температура $\tau_{ср}$, °С, на поверхности отопительных панелей составляет:

подоконных и плинтусных	до 95
стеновых в зоне выше 1 м над уровнем пола (это ограничение не распространяется на заделанные стояки и одиночные трубы)	45
потолочных при высоте помещения до 3 м . .	28—30
напольных:	
а) в жилых зданиях	25
б) в детских учреждениях	24
в) в бассейнах	34

Перепад температуры теплоносителя в системах панельного отопления принимается обычно 95°—70°=25°. Однако если при таком перепаде температур не удается достигнуть допустимой температуры на поверхности панели, то следует снижать начальную температуру воды и уменьшать перепад температуры теплоносителя, а при горизонтальной укладке змеевиков дополнительно учитывать минимально допустимую скорость воды в трубах.

16.2. Подбор отопительных панелей

После определения теплопотерь каждого помещения Q, ккал/ч (см. главу 11), намечают размещение теплоотдающих поверхностей и схемы нагревательных элементов (регистры или змеевики и их протяженность), а также определяют теплоотдачу нагревательных элементов, совмещенных с бетонными ограждающими конструкциями, по изложенной ниже методике.

Теплоотдачу бетонных отопительных панелей, теплотехнические характеристики которых известны, определяют по расчетной разности температур: $\Delta t = t_{ср} - t_в$.

16.3. Тепловой расчет

А. РАСЧЕТ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПАНЕЛЕЙ С ДВУСТОРОННЕЙ ТЕПЛООТДАЧЕЙ

Теплоотдачу, ккал/ч, 1 м трубы, замоноличенной в массив бетона, определяют по формуле

$$q = \frac{t_{ср} - t_в}{R}, \qquad (16.1)$$

где R — термическое сопротивление конструкции, отнесенное к 1 м трубы, м·ч·°С/ккал;
$t_{ср}$ — средняя температура теплоносителя, °С;
$t_в$ — температура воздуха в помещении, °С.

Термическое сопротивление, м·ч·°С/ккал, находят по формуле

$$R = R_в + R_{ст} + R_м + R_н, \qquad (16.2)$$

где $R_в$ — термическое сопротивление тепловосприятию от воды к стенке трубы, м·ч·°С/ккал;
$R_{ст}$ — термическое сопротивление стенок трубы, м·ч·°С/ккал;
$R_м$ — термическое сопротивление массива бетона, м·ч·°С/ккал;
$R_н$ — термическое сопротивление теплоотдаче поверхности бетона окружающей среде, м·ч·°С/ккал.

Термическое сопротивление, м·ч·°С/ккал, тепловосприятию от воды к стенке трубы определяют по формуле

$$R_в = \frac{1}{\alpha_в F_в}, \qquad (16.3)$$

где $\alpha_в$ — коэффициент тепловосприятия от воды к стенке трубы, ккал/(м²·ч·°С), определяемый по графику (рис. 16.10);
$F_в$ — внутренняя поверхность 1 м трубы, м²/м.

Термическое сопротивление, м·ч·°С/ккал, стенок трубы определяют только для неметаллических труб по формуле

$$R_{ст} \approx \frac{2\delta_{ст}}{\lambda_{ст}\pi(d_н + d_в)}, \qquad (16.4)$$

где $\delta_{ст}$ — толщина стенки трубы, м;
$\lambda_{ст}$ — коэффициент теплопроводности стенки трубы, ккал/(м·ч·°С);
$d_н$, $d_в$ — наружный и внутренний диаметры трубы, м.

Термическое сопротивление массива бетона $R_м$ для средних труб в отопительной панели с двусторонней теплоотдачей определяют по графикам (рис. 16.11) при $\lambda_м = 1$ ккал/(м·ч·°С).

При пользовании графиками необходимо учитывать следующее:

а) сопротивление $R_м$ дано для массива с коэффициентом теплопроводности, равным $\lambda_м = 1$ ккал/(м·ч·°С). При других значениях $\lambda_м$ действительные значения $R_м$ находят по формуле

$$R_{м\,(действ)} = \frac{R_{м\,(по\ графику)}}{\lambda_{м\,(фактич)}}; \qquad (16.5)$$

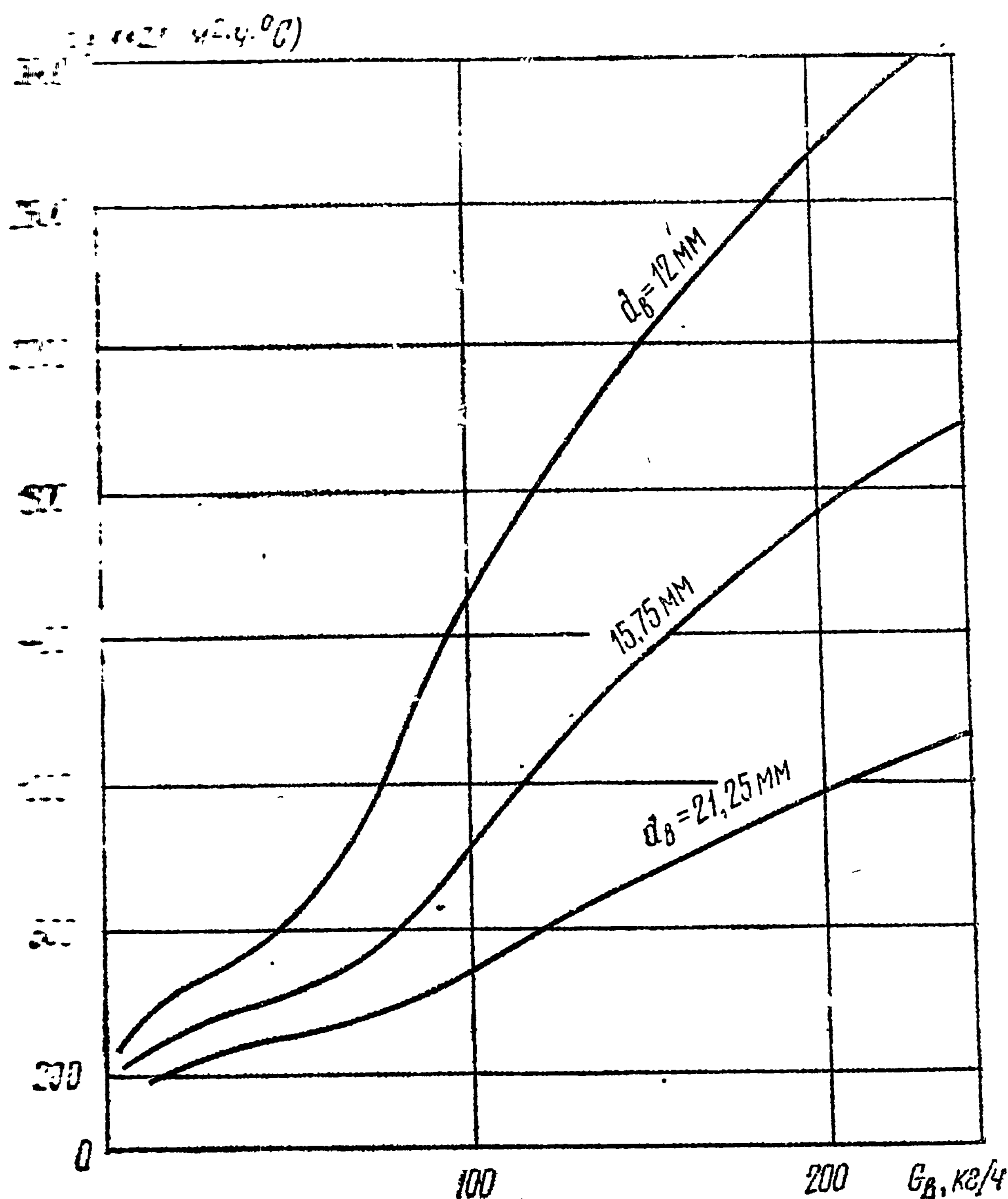


Рис. 16.10. Зависимость коэффициента тепловосприятия $\alpha_в$ от воды к стенке трубы от количества протекающей воды $G_в$

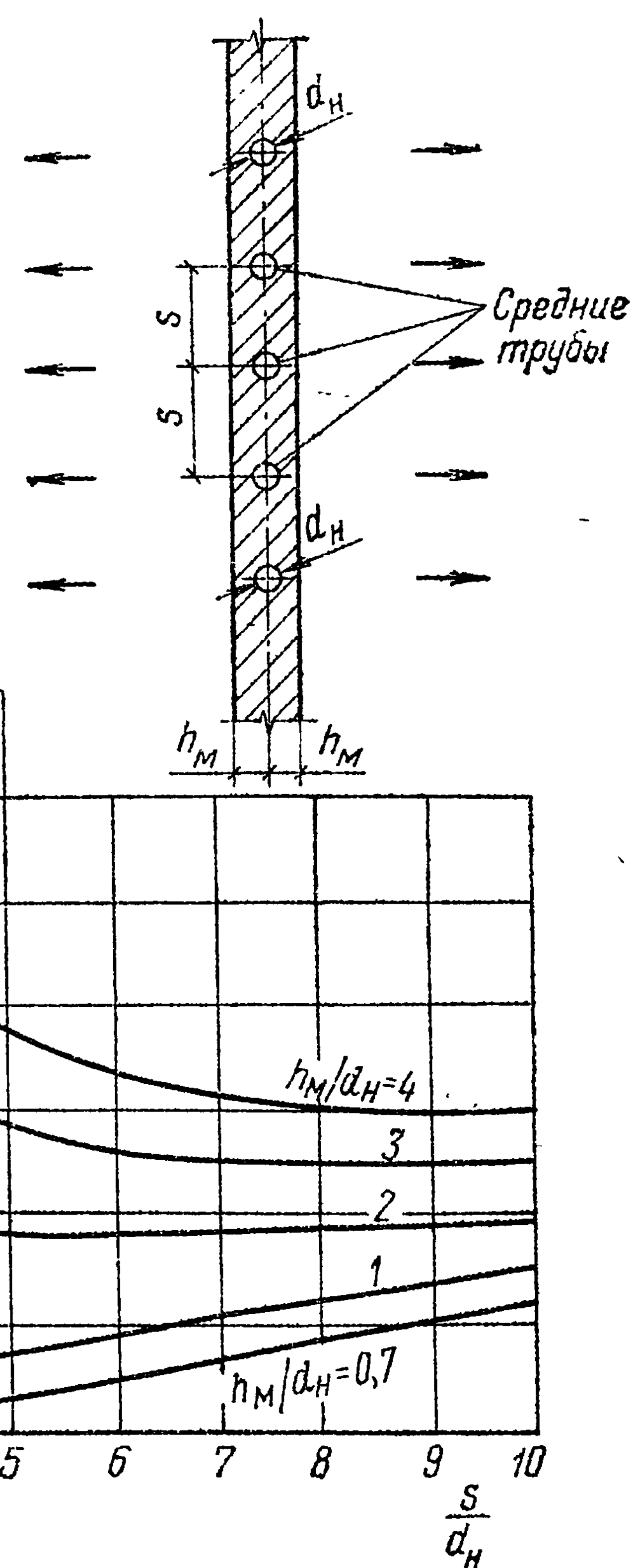


Рис. 16.11. Зависимость термического сопротивления массива $R_м$ для средних труб в отопительной панели с двусторонней теплоотдачей от $h_м/d_н$ и $S/d_н$

б) величина $R_м$ является функцией безразмерных параметров

$$\frac{h_м}{d_н} \text{ и } \frac{S}{d_н},$$

где $h_м$ — расстояние от вертикальной плоскости оси труб до теплоотдающей поверхности, м;

S — расстояние между осями труб нагревательного элемента, м;

$d_н$ — наружный диаметр, м.

Сопротивление теплоотдаче, м·ч·°С/ккал, поверхности бетона окружающей среде

$$R_н = \frac{1}{\alpha_н F_н}, \qquad (16.6)$$

где $\alpha_н$ — коэффициент теплоотдачи поверхности бетонных панелей воздуху помещения, ккал/(м²·ч·°С);

$F_н$ — поверхность теплоотдачи, приходящаяся на 1 м трубы, м²/м, принимаемая при двусторонней теплоотдаче, равной $2S$.

Для уточнения предварительного значения величины $R_н'$ находят разность температур поверхности панели $\tau_{ср}$ и воздуха в помещении $t_в$ по формуле

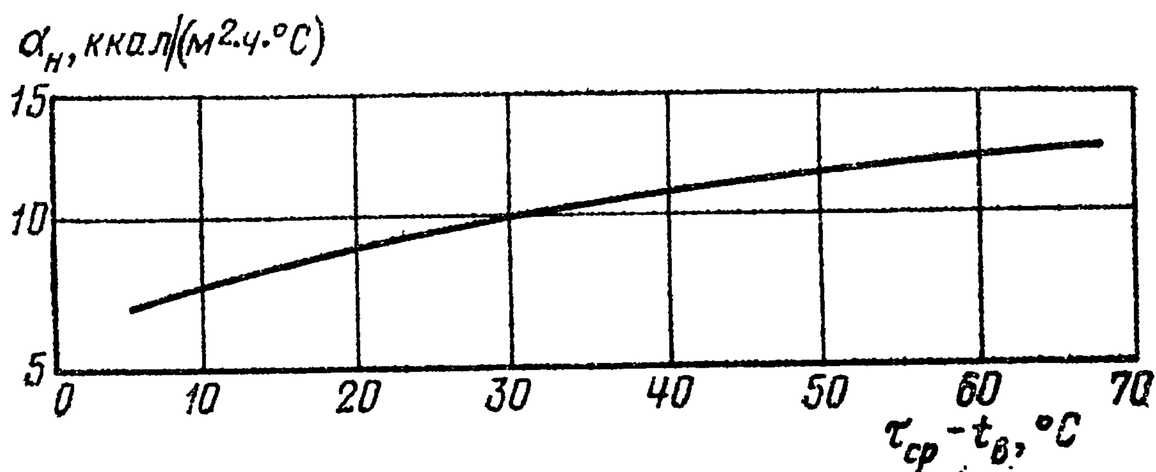


Рис. 16.12. Зависимость коэффициента теплоотдачи $\alpha_н$ от разности температур поверхности бетонных панелей и воздуха помещения

$$\tau_{ср} - t_в = \frac{R_н'(t_{ср} - t_в)}{R_в + R_м + R_{ст} + R_н} \qquad (16.7)$$

и значения $\alpha_н$ [по графику (рис. 16.12)] и $R_н$ [по формуле (16.6)].

Для крайних и одиночных труб выделить величину $R_м$ из комплекса ($R_м+R_н$) не представляется возможным. Поэтому теплоотдачу таких труб определяют по суммарным значениям ($R_м+R_н$), приведенным на графиках (рис. 16.13 и 16.14) при $\lambda_м=1$ ккал/(м·ч×град).

При пользовании графиками необходимо учитывать следующее:

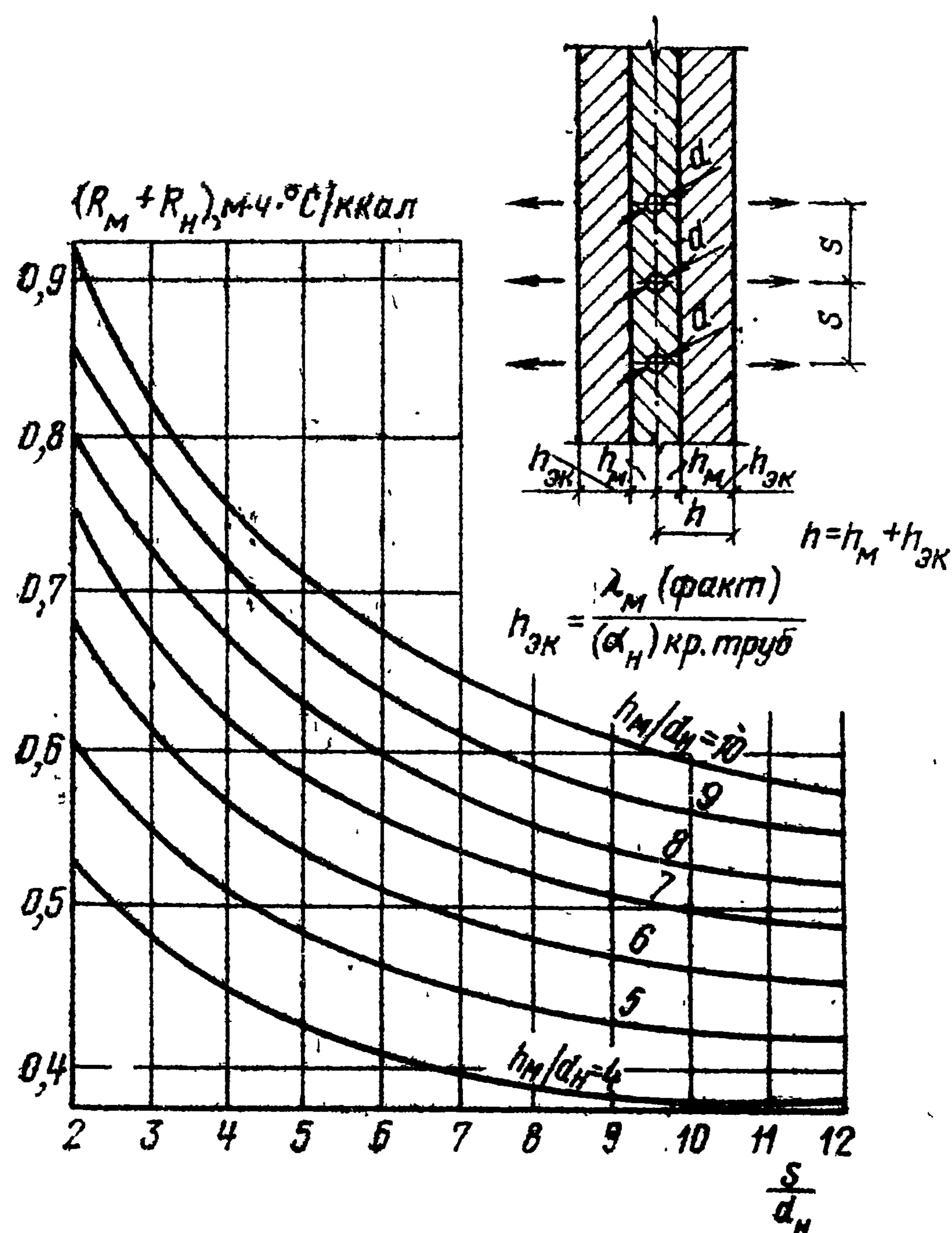


Рис. 16.13. Зависимость термического сопротивления $(R_м+R_н)$ для крайней трубы в отопительной панели с двусторонней теплоотдачей (для каждой стороны) от $h_м/d_н$ и $S/d_н$

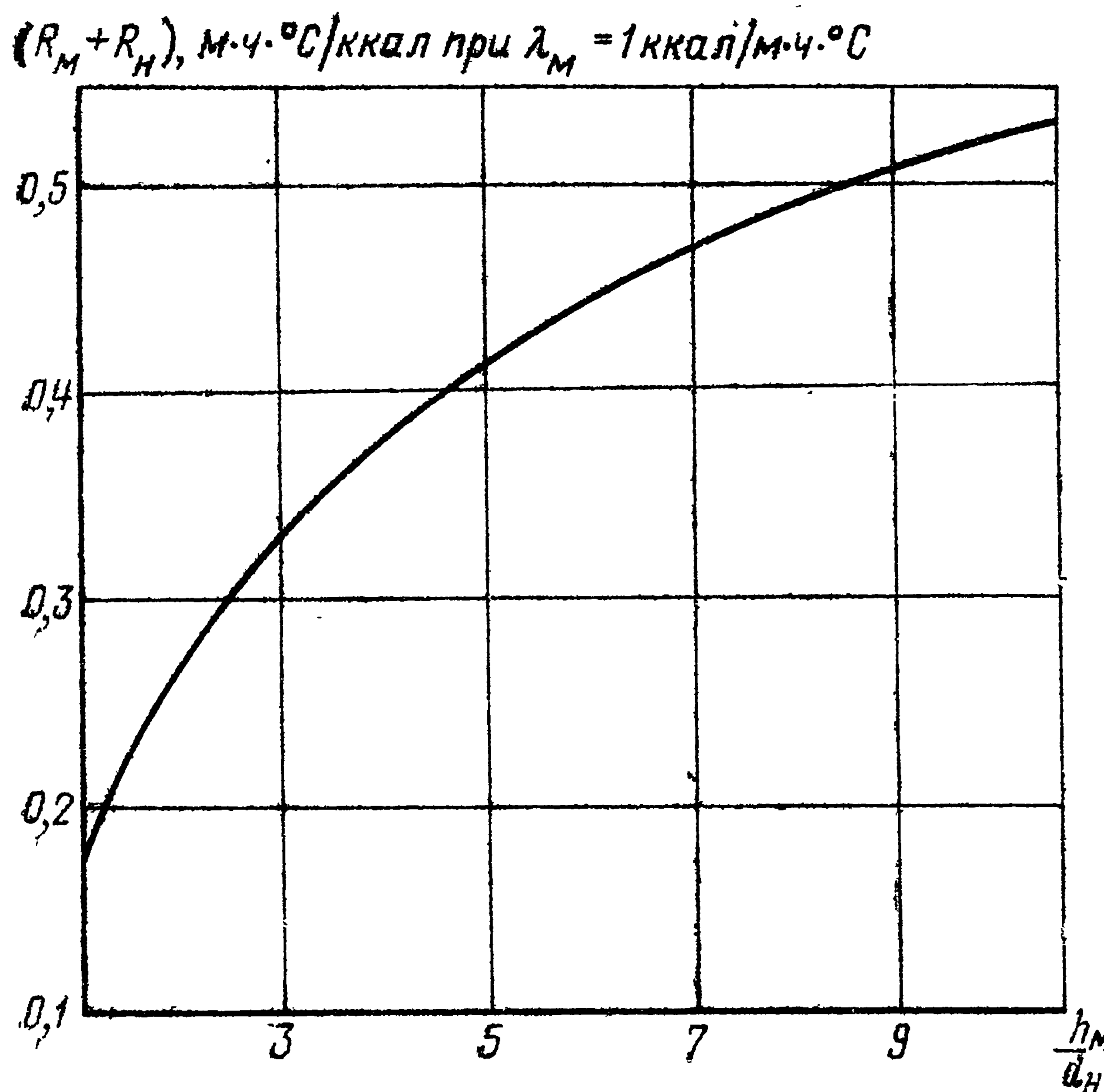


Рис. 16.14. Зависимость термического сопротивления $(R_м+R_н)$ для одиночной трубы в отопительной панели с двусторонней теплоотдачей от $h_м/d_н$

а) при значениях $\lambda_м \neq 1$ действительное значение $(R_м+R_н)$ находят по формуле

$$(R_м + R_н)_{действ} = \frac{(R_м + R_н)_{по\ графику}}{\lambda_{м\ (фактич)}}; \qquad (16.8)$$

б) толщину условного дополнительного слоя $h_{эк}$ для крайних и одиночных труб определяют по формуле

$$h_{эк} = \frac{\lambda_{м\ (фактич)}}{\alpha_н}, \qquad (16.9)$$

где $\lambda_{м(фактич)}$ — фактическое значение коэффициента теплопроводности массива в абсолютно сухом состоянии, ккал/(м×ч·°С) (для бетона $\lambda \leqslant 1$);

$\alpha_н$ — коэффициент теплоотдачи, ккал/(м²·ч·°С).

Б. РАСЧЕТ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПАНЕЛЕЙ С ОДНОСТОРОННЕЙ ТЕПЛООТДАЧЕЙ

Вертикальные бетонные отопительные панели с односторонней теплоотдачей[1] в помещение в большинстве случаев представляют собой панели наружных стен, во внутренний слой тяжелого бетона которых замоноличены нагревательные элементы. Последними являются участки стояков и развитой части змеевиков, размещаемых в подоконной части наружной стены (рис. 16.15).

Теплоотдача в помещение (лицевая теплоотдача) $q_{лиц}$, ккал/(м·ч), вычисляется по формуле

$$q_{лиц} = [0,96\,(t_{ср} - t_в) - 4,8] \times$$
$$\times \left(1,13 - 0,13\frac{h}{d_н}\right) e^{\frac{a(S-0,1)}{S^{0,954}}} K_G K_\delta K_\lambda, \qquad (16.10)$$

где $t_{ср}$ — средняя температура теплоносителя, °С;

$t_в$ — температура воздуха в помещении, °С;

h — расстояние от оси замоноличенной трубы до внутренней поверхности стены, м;

$d_н$ — наружный диаметр замоноличенной трубы, м;

e — основание натурального логарифма;

a — коэффициент, зависящий от диаметра труб нагревательного элемента и равный 0,78; 0,9 и 0,95 соответственно для труб диаметром 10, 15 и 20 мм;

S — расчетная ширина поверхности теплоотдачи (шага) участка трубы нагревательного элемента, м, зависящая от C [здесь C — расстояние от оси рассчитываемого участка трубы нагревательного элемента до границы поверхности теплоотдачи (см. рис. 16.16)];

K_G, K_δ и K_λ — поправочные коэффициенты, учитывающие соответственно расход теплоносителя через трубы нагревательного элемента G, кг/ч, толщину слоя тяжелого бетона, в который замоноличены трубы δ, м, и коэффициент теплопроводности бетона λ, ккал/(м×ч·°С).

Для определения границ поверхности теплоотдачи различают следующие случаи расположения нагревательных элементов.

1. Рассматриваемая труба находится между двумя другими трубами (рис. 16.16, а). В этом случае значе-

[1] По СН 398-69.

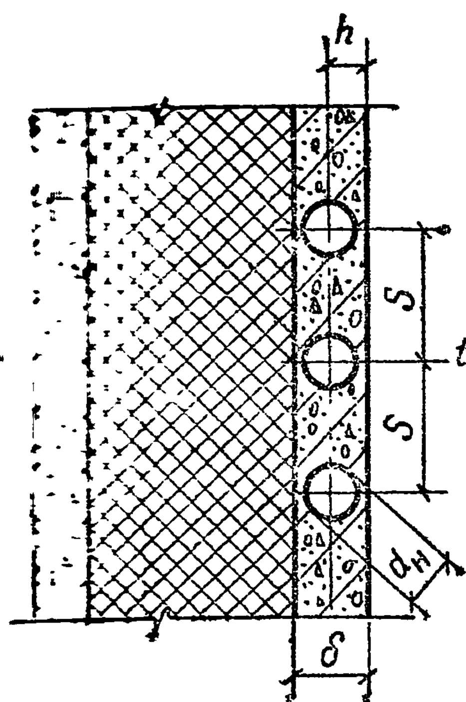
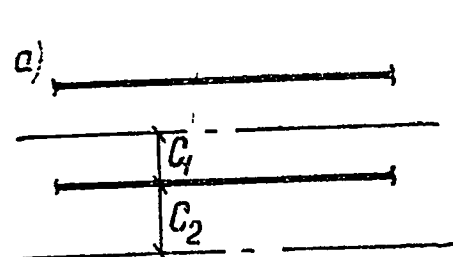
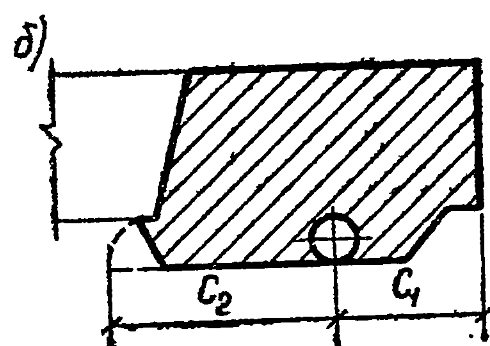


Рис. 16.15. Эскиз размещения нагревательного элемента в наружной стеновой панели





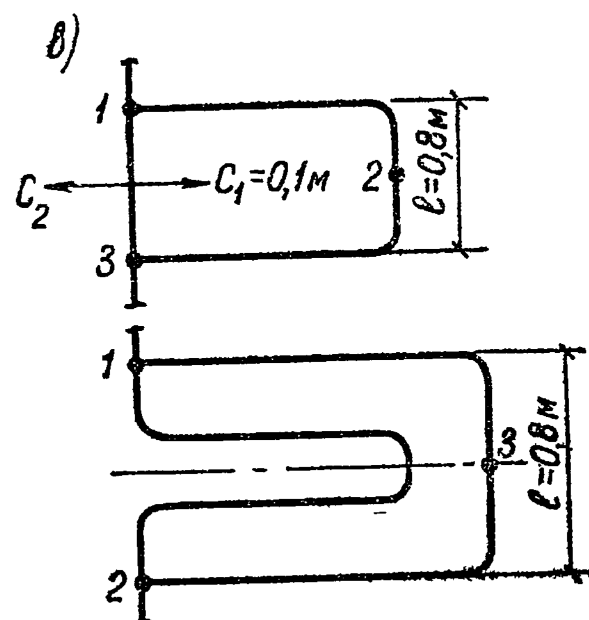


Рис. 16.16. Расчетные схемы нагревательного элемента для определения границ поверхности теплоотдачи

1—2, 2—3 и *1—3* — расчетные участки

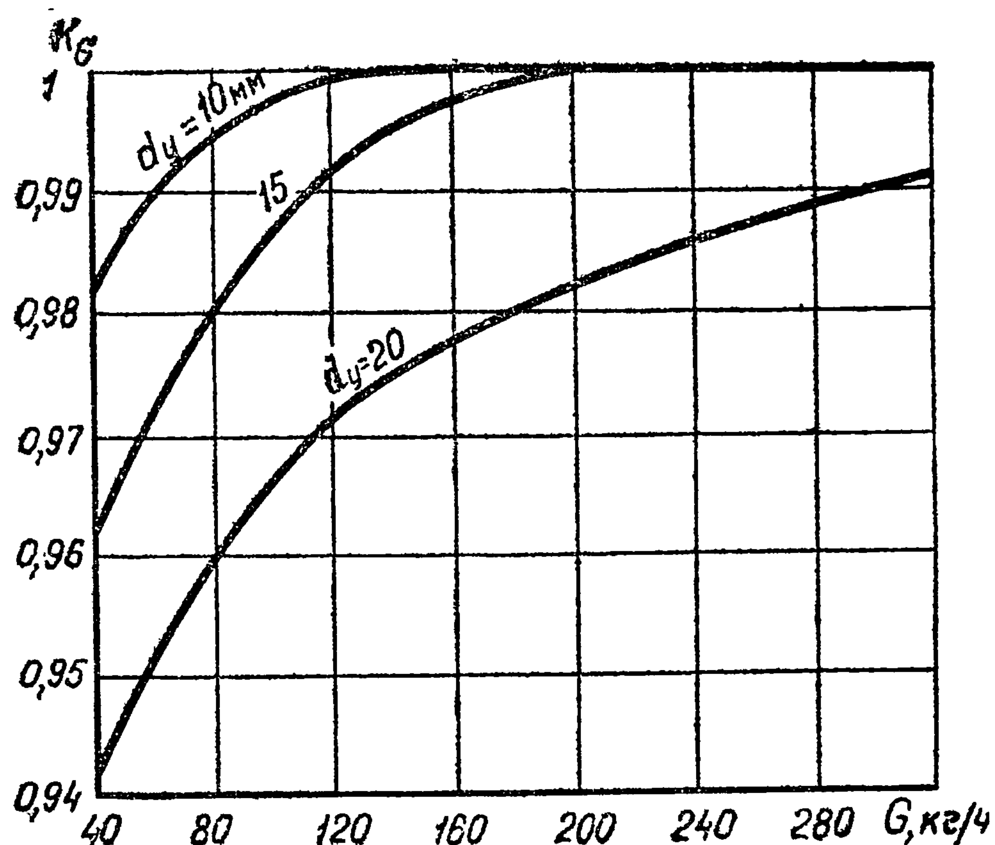


Рис. 16.17. Зависимость поправочных коэффициентов K_G от расхода воды G при различных диаметрах труб нагревательных элементов

ние C принимается равным половине среднего (с учетом уклонов) расстояния между осями двух смежных труб.

2. С одной или с обеих сторон рассматриваемой трубы отсутствуют другие трубы (рис. 16.16, *б*). Значение C в этом случае равно расстоянию от оси трубы до соответствующего торца наружной стеновой панели с учетом четвертей и ширины оконных (балконных) откосов от поверхности стены до оконных (балконных) коробок. Оконные откосы, изолированные деревянными подоконными досками, при определении C не учитываются.

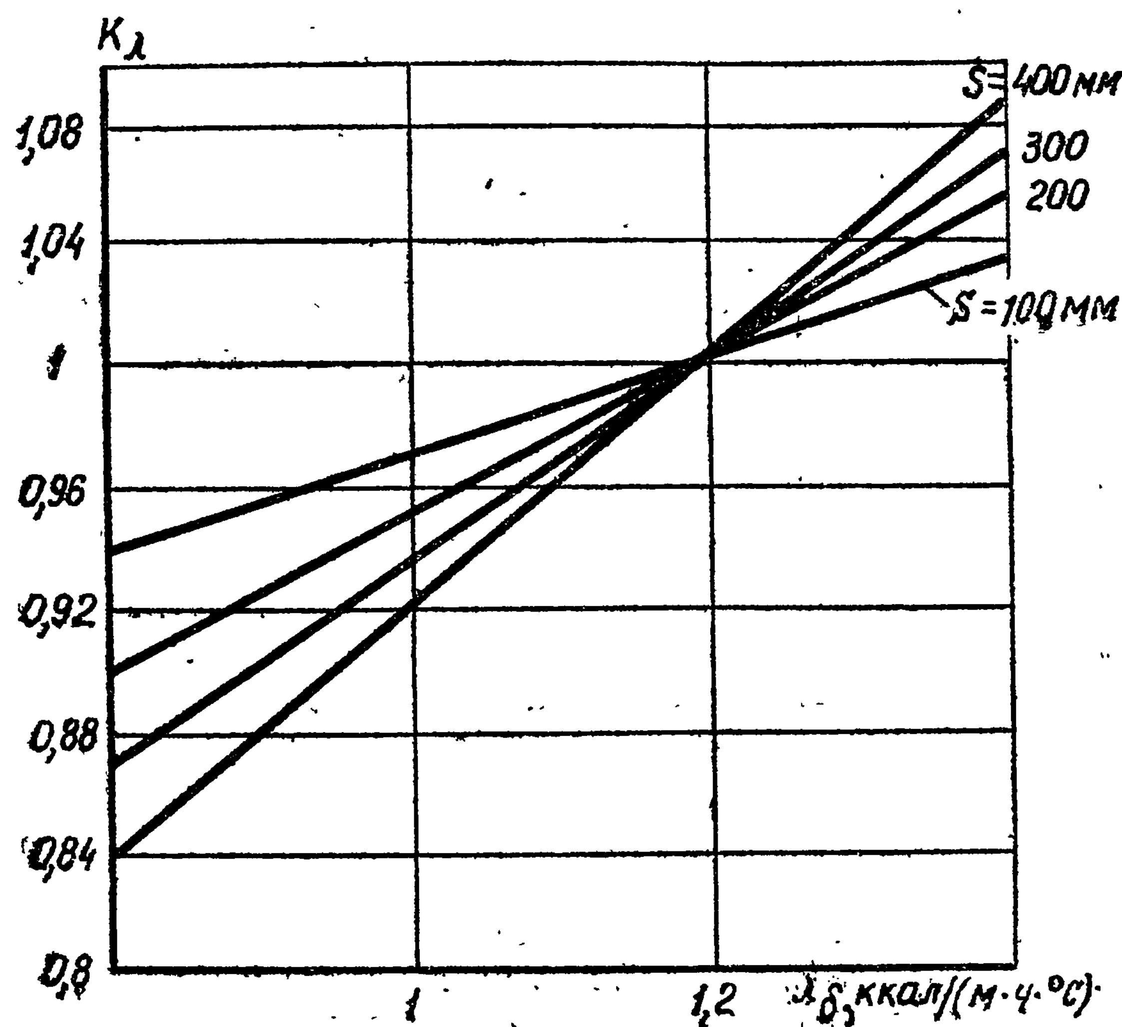


Рис. 16.18. Зависимость поправочных коэффициентов K_λ от $\lambda_б$ бетона при различных S

3. Рассматриваемая труба находится в замыкающих участках П-образных контуров (рис. 16.16, *в*). В этом случае значение C внутрь контура принимается равным 0,1 м.

Калачи змеевиков, отводы или отогнутые под прямым углом трубы нагревательных элементов (при условии, что длина этих труб не превышает 0,4 м) рассчитывают совместно с ближайшими участками нагревательного элемента (с одинаковым значением C, определенным для участка большей длины).

Максимальное значение C принимается равным 0,2 м, расстояние свыше 0,2 м не учитывается. При $C_1=C_2$, $S=C_1+C_2$; при C_1 и $C_2 \geqslant 0{,}2$ м (даже если $C_1 \neq C_2$) значение S принимается равным 0,4 м.

Если труба расположена несимметрично относительно границ поверхности теплоотдачи ($C_1 \neq C_2$) и C_1 или $C_2 < 0{,}2$ м, значение $q_{лиц}$, ккал/(м·ч), определяется из выражения

$$q_{лиц} = 0{,}5\,(q_{S_1} + q_{S_2}), \qquad (16.11)$$

где q_{S_1} и q_{S_2} — теплоотдача условных симметрично расположенных нагревательных элементов при $S_1 = 2C_1$ и $S_2 = 2C_2$, ккал/(м·ч).

Величина $K_G \approx 1$ при расходах воды 120, 200 и 400 кг/ч для труб диаметром 10, 15 и 20 мм соответственно.

При меньших расходах значения K_G определяются по формулам:

ТАБЛИЦА 16.1

ЗНАЧЕНИЯ ПОПРАВОЧНОГО КОЭФФИЦИЕНТА K_δ НА ТОЛЩИНУ СЛОЯ БЕТОНА

S мм	$\frac{h}{d_н}$	$d_у$=15 мм при δ, мм				$d_у$=20 мм при δ, мм		
		90—70	60	50	40	90—70	60	50
100	1	1	0,99	0,98	0,97	1	0,99	0,98
	1,5	1	0,99	0,98	—	1	—	—
	2	1	—	—	—	1	—	—
200	1	1	0,98	0,97	0,96	1	0,97	0,95
	1,5	1	0,91	0,90	—	1	—	—
	2	1	—	—	—	1	—	—
300	1	0,99	0,97	0,95	0,95	0,98	0,96	0,94
	1,5	0,99	0,91	0,89	—	0,98	—	—
	2	0,98	—	—	—	0,97	—	—
400	1	0,97	0,95	0,92	0,91	0,97	0,94	0,91
	1,5	0,97	0,87	0,86	—	0,96	—	—
	2	0,96	—	—	—	0,96	—	—

для труб диаметром 10 мм

$$K_G = 0{,}935G^{0{,}014}; \qquad (16.12)$$

для труб диаметром 15 мм

$$K_G = 0{,}875G^{0{,}026}; \qquad (16.13)$$

для труб диаметром 20 мм

$$K_G = 0{,}864G^{0{,}024} \qquad (16.14)$$

или могут быть приняты по графикам (рис. 16.17).

Коэффициент K_λ может быть принят по графику (рис. 16.18) или подсчитан по формуле

$$K_\lambda = 1 + (0{,}1 + 0{,}75S)\left(\frac{\lambda_{бет}}{1{,}2} - 1\right), \qquad (16.15)$$

где $\lambda_{бет}$ — коэффициент теплопроводности слоя тяжелого бетона, в который замоноличены трубы, ккал/(м·ч·°С).

Формула (16.15) справедлива в пределах $0{,}6 \leqslant \lambda_{бет} \leqslant 1{,}8$.

Значения коэффициента K_δ приведены в табл. 16.1. При $\delta \geqslant 100$ мм (δ — толщина слоя тяжелого бетона, в который замоноличены трубы) $K_\delta = 1$ при практических заглублениях труб $h/d_н = 1...2$.

Общая полезная теплоотдача $q_{пол}$, ккал/(м·ч), замоноличенного в наружную стену нагревательного элемента подсчитывается по формуле

$$q_{пол} = q_{лиц} + K_{ст}\, S\,(t_в - t_н), \qquad (16.16)$$

где $K_{ст}$ — коэффициент теплопередачи участка наружной стены, в который замоноличены трубы, ккал/(м²·ч·°С);

$t_н$ — температура наиболее холодной пятидневки, °С.

Суммарный расход тепла $q_{общ}$, ккал/(м·ч), с учетом бесполезных потерь тепла в сторону наружного воздуха составляет:

$$q_{общ} = (1 + \bar{q})[q_{лиц} + K_{ст}\, S\,(t_в - t_н)], \qquad (16.17)$$

где $\bar{q} = q_{тыл} - q_{т.п}/q_{лиц} + q_{т.п}$ — относительная величина дополнительных потерь тепла;

$q_{тыл}$ — теплоотдача 1 м нагревательного элемента в сторону наружного воздуха, ккал/(м·ч);

$q_{т.п} = K_{ст}S(t_в - t_н)$ — расчетные теплопотери части наружной стены, прогреваемой 1 м нагревательного элемента, ккал/(м·ч).

При применении трехслойных наружных стеновых панелей (рис. 16.19) относительная величина дополнительных потерь тепла составит:

$$\bar{q} = 0{,}148K_{ст} - 0{,}013. \qquad (16.18)$$

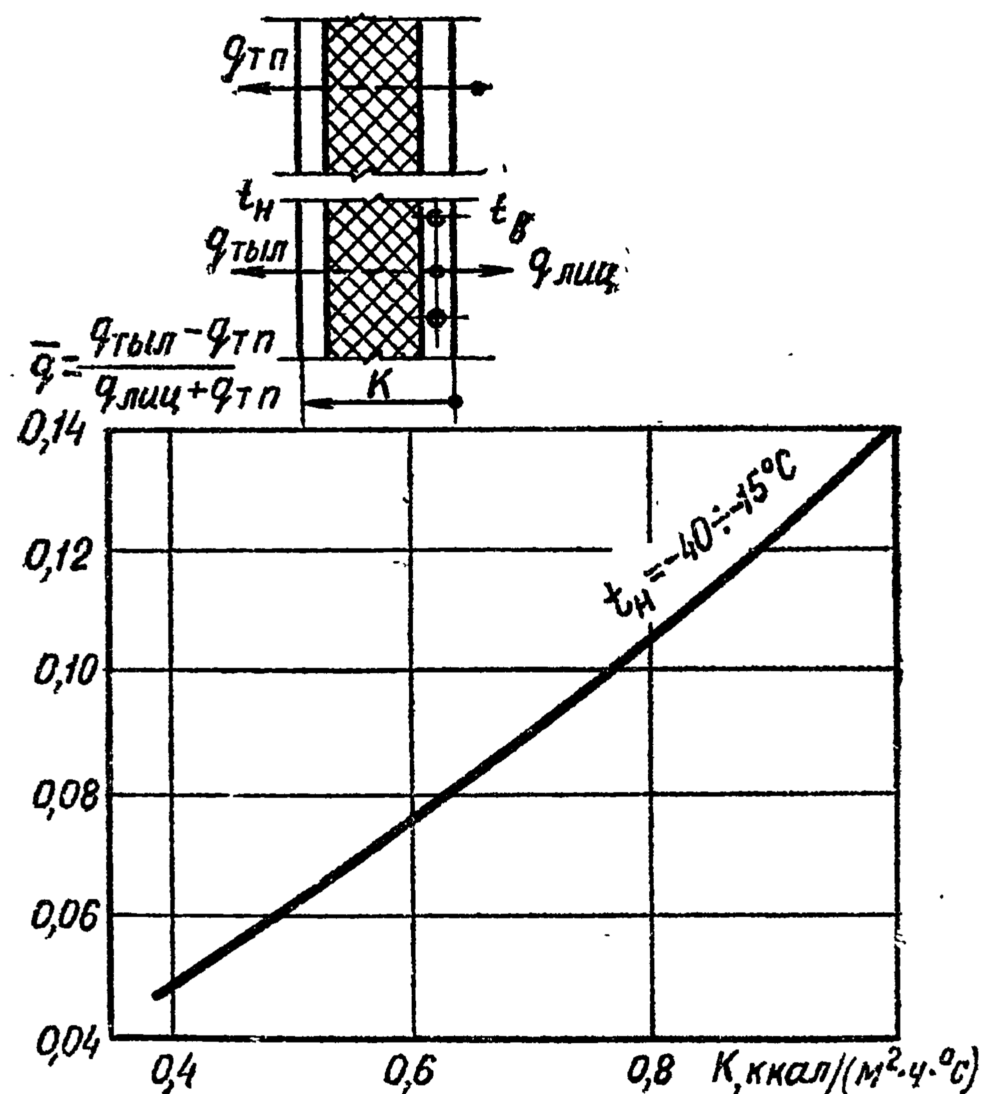


Рис. 16.19. График для определения относительной величины $\bar{q}$ в трехслойной наружной стеновой панели

При применении однослойных наружных стеновых панелей с дополнительной изоляцией за трубами (рис. 16.20) относительная величина дополнительных потерь тепла находится по формуле

$$\bar{q} = 0{,}117\,(1{,}94K_{доп} - K_{ст}) - 1 \cdot 10^{-3}, \qquad (16.19)$$

$K_{доп}$ — коэффициент теплопередачи, ккал/(м²·ч×°С), дополнительного слоя изоляции за нагревательным элементом, определяемый с учетом замены слоя бетона дополнительной изоляцией по формуле

$$K_{доп} = \frac{1}{\frac{\delta-h}{\lambda_{бет}} + \frac{\delta_{л.б}}{\lambda_{л.б}} + \frac{\delta_{ф.с}}{\lambda_{ф.с}} + \frac{\delta_{из}(\lambda_{л.б}-\lambda_{из})}{\lambda_{из}\lambda_{л.б}} + 0{,}05}, \qquad (16.20)$$

$\delta_{л.б}$, $\delta_{ф.с}$ и $\delta_{из}$ — толщина соответственно слоя легкого бетона в панели (без закладки изоляции), наружного фактурного слоя и слоя дополнительной изоляции, м;

$\lambda_{л.б}$, $\lambda_{ф.с}$ и $\lambda_{из}$ — коэффициенты теплопроводности, ккал/(м·ч·°С), перечисленных материалов соответственно.

При укладке дополнительной изоляции только в части наружной стены с нагревательными элементами (в однослойных наружных стеновых панелях) суммарные дополнительные потери тепла подсчитываются как средневзвешенная величина потерь по длинам участков труб, с которыми уложена и не уложена изоляция.

При расчете нагревательных элементов с двумя параллельными участками коэффициент K_G в предварительном расчете следует принимать исходя из половинного расхода воды ($G_{ст}:2$) в каждом участке.

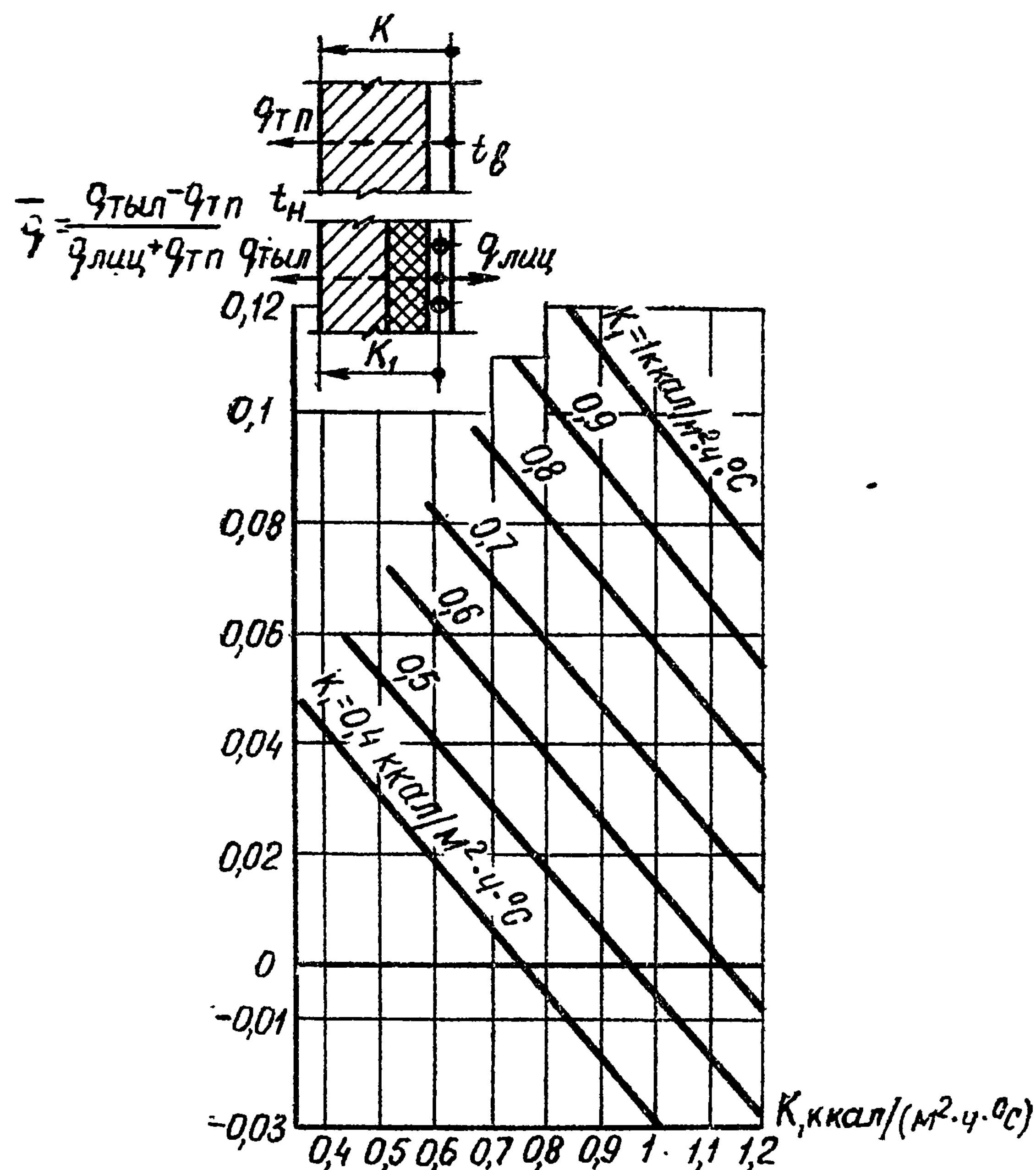


Рис. 16.20. График для определения относительной величины дополнительных потерь тепла $\bar q$ в однослойной панели с дополнительной изоляцией за трубами нагревательного элемента

K — коэффициент теплопередачи наружной стеновой панели (без учета дополнительной теплоизоляции); K_1 — коэффициент теплопередачи части наружной стеновой панели от плоскости труб нагревательного элемента к наружному воздуху (с учетом дополнительной изоляции)

Теплоотдача, ккал/(м·ч), при прокладке труб в штробе наружной стеновой панели (рис. 16.21) определяется по формуле

$$q_{штр} = q_{лиц} K_{штр}, \qquad (16.20')$$

где $K_{штр}$ — поправочный коэффициент, принимаемый по рис. 16.22.

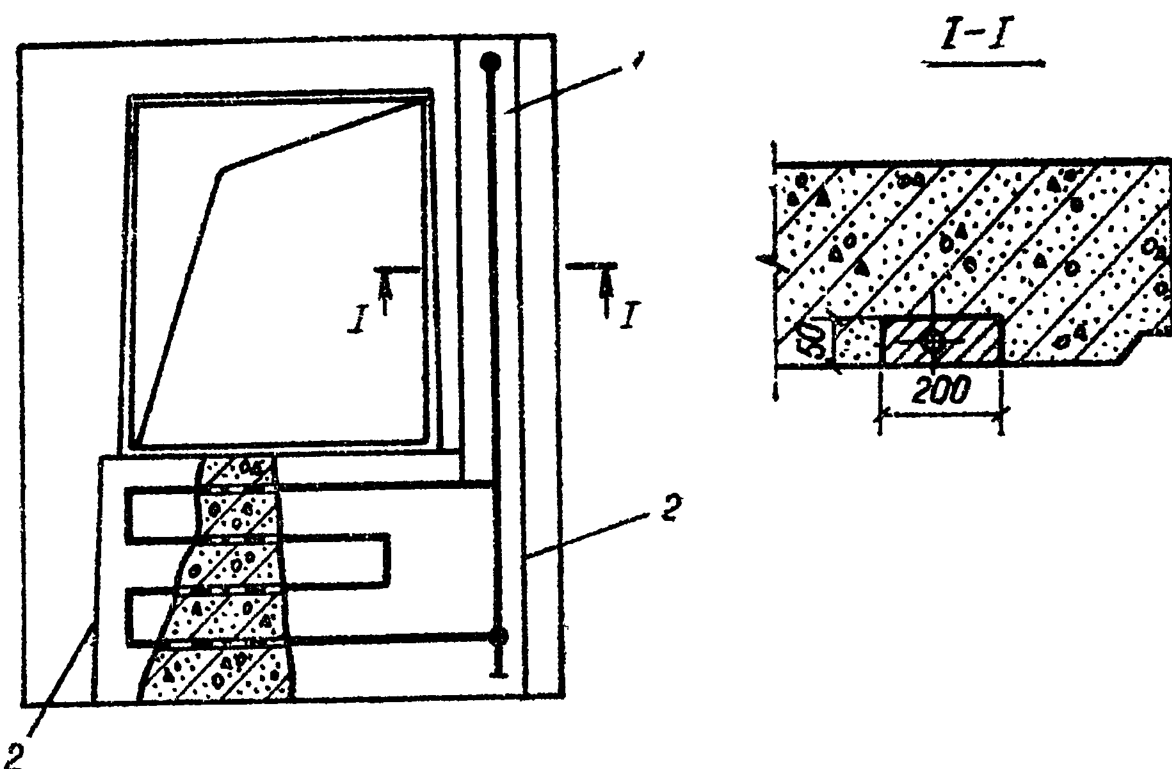


Рис. 16.21. Пример размещения труб нагревательного элемента в штробе наружной стеновой панели

1 — штроба; 2 — граница тяжелого бетона

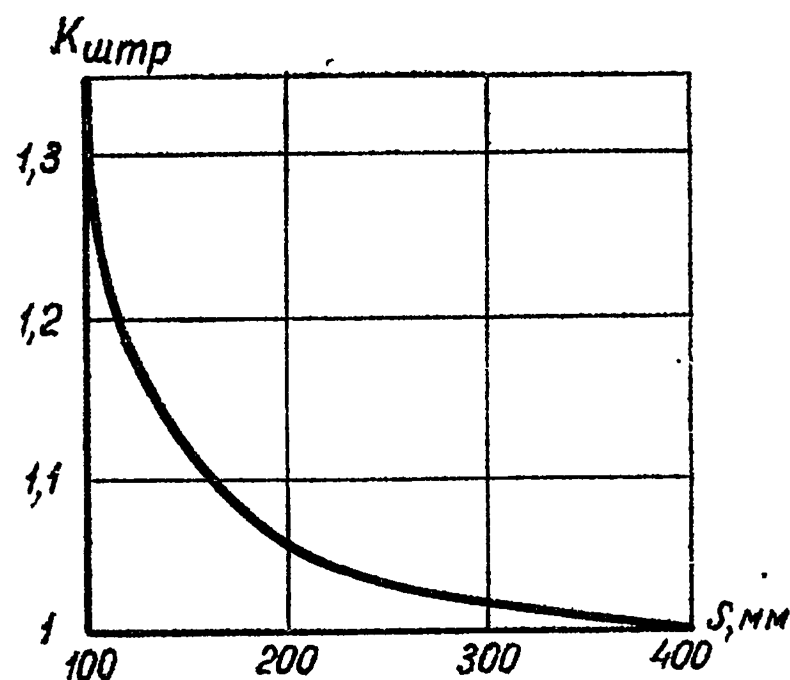


Рис. 16.22 График для определения поправочных коэффициентов $K_{штр}$ на теплоотдачу при размещении труб в штробах

В этом случае $q_{лиц}$ определяется при шаге S, равном ширине штробы.

Лицевую теплоотдачу, ккал/(м·ч), вычисленную по формуле (16.10), можно представить в виде

$$q_{лиц} = q_\delta K_G K_\delta K_\lambda. \qquad (16.21)$$

Значения q_δ принимают по табл. 16.2, составленной для слоя тяжелого бетона при $\delta = 100$ мм, в который замоноличены трубы.

В зданиях высотой до 9 этажей часто принимают схему системы панельного отопления с П-образными стояками. В приборах, присоединяемых к восходящему стояку, вода движется снизу вверх. Во избежание прекращения циркуляции воды в отключаемых ветвях нагревательных элементов расход теплоносителя в стояке

ТАБЛИЦА 16.2

ЗНАЧЕНИЯ ТЕПЛООТДАЧИ q_δ 1 ПОГ. М ТРУБЫ НАГРЕВАТЕЛЬНОГО ЭЛЕМЕНТА

S, мм	$\frac{h}{d_н}$	Теплоотдача, ккал/(м·ч), при различных $t_г - t_в$, °C								Примечание
		40	50	60	70	80	90	100	110	
100	1	33,6	43,2	52,8	62,4	72	81,6	91,2	100,8	Для труб с $d_у$=15 и 20 мм
	1,5	31,4	40,4	49,2	58,3	67,4	76,4	85,5	94,2	
	2	29,2	37,7	46	54,3	62,6	71	79,2	87,7	
200	1	51,1/52,1	66/66,9	80,5/81,7	95/96,5	109,4/111,4	124,5/126,3	138,3/141,2	153,3/156,4	В числителе—для труб с $d_у$=15 мм, в знаменателе—для труб с $d_у$=20 мм
	1,5	47,9/48,7	61,6/62,6	75,2/76,4	88,8/90,3	102,2/104,3	115,8/118,2	129,4/132,2	143,3/146,3	
	2	44,7/45,3	57,2/58,3	70/71,2	82,5/84,2	95/97,2	107,6/110,2	120,5/123,2	133,3/136	
300	1	59,4/61,1	76,5/77,6	93,4/95	110,3/112,6	127,1/130,2	144/148	161/165,8	178,1/183,5	
	1,5	55,5/57,1	71,5/72,8	87,3/89	103,1/105,4	118,9/121,8	134,7/138,4	150,5/155,1	166,6/171,7	
	2	51,7/53,1	66,5/68	81,3/83	96/98,2	110,7/113,5	125,4/128,8	140/144,4	155/159,8	
400	1	64,2/66,2	83,1/85,6	101,6/104,1	119,9/123	138,4/142	157/160,8	175,5/179,6	193,8/198,8	
	1,5	60/61,9	77,5/79,8	94,8/97,4	112/115	129,3/132,7	146,7/150,4	164/168	181,2/185,8	
	2	55,8/57,6	72/74,1	88/90,7	104,2/107	120,2/123,4	136,4/140	152,5/156,4	168,7/172,9	

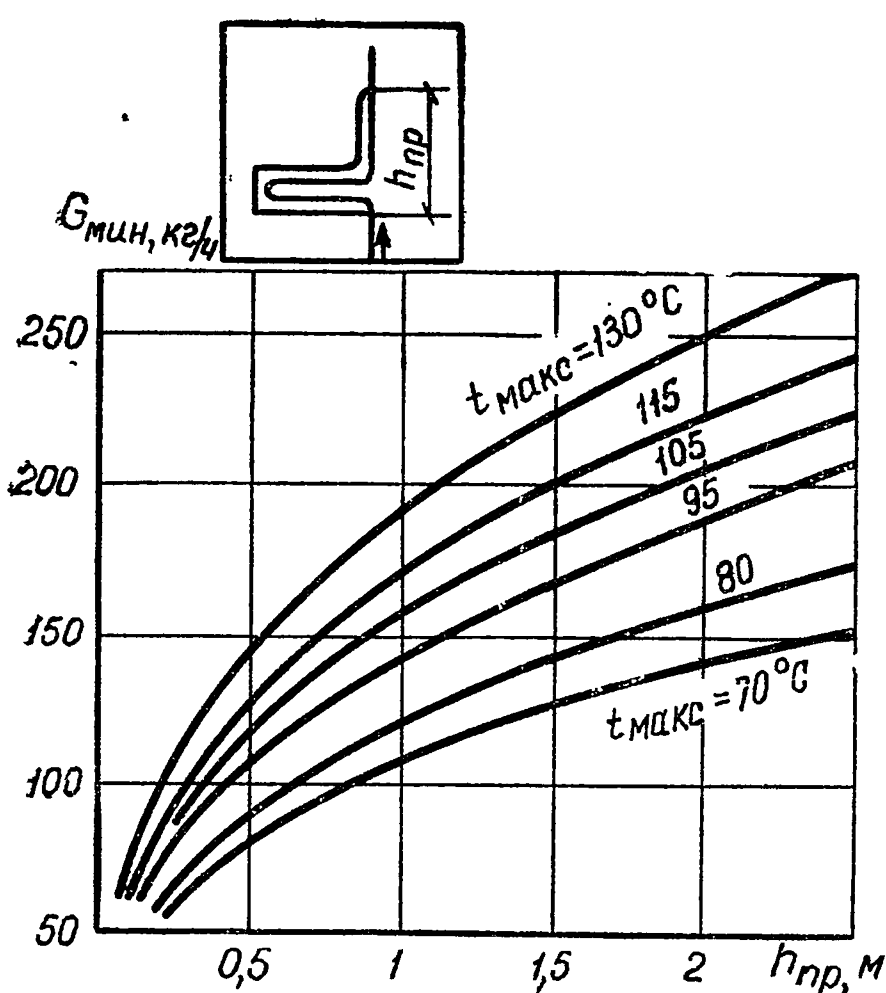


Рис. 16.23. График для определения минимального расхода воды в стояках $G_{мин}$ при движении теплоносителя снизу вверх

должен быть не менее $G_{мин}$, кг/ч, определяемого по формуле

$$G_{мин} = 0{,}0125 d_{ст}^2 \sqrt{\frac{h(\gamma_х - \gamma_г)\gamma_г}{\zeta'}}, \qquad (16.22)$$

где $d_{ст}$ — внутренний диаметр стояка, мм;
h — общая высота отключаемой ветви, м;
$\gamma_х$, $\gamma_г$ — плотность холодной воды в приборе и горячей в стояке, кг/м³;
ζ' — приведенный коэффициент сопротивления замыкающего участка при отключенном приборе.

Значения $G_{мин}$ для нагревательных элементов с затянутым замыкающим участком при различии длин параллельных участков не более 15% определяются по рис. 16.23.

В. РАСЧЕТ ПОТОЛОЧНО-НАПОЛЬНОГО ОТОПЛЕНИЯ

Потолочно-напольное отопление[1] осуществляется с помощью нагревательных элементов, замоноличенных в массив плиты перекрытия или уложенных в слой тяжелого бетона над или под пустотным настилом перекрытия.

[1] По методике, разработанной в ЦНИИЭП инженерного оборудования канд. техн. наук Б. А. Локшиным.

Теплоотдача 1 м трубы нагревательного элемента, заделанного в массив бетонной плиты перекрытия, зависит от температурного напора, геометрических и теплофизических параметров обогреваемой конструкции (рис. 16.24).

Обозначения величин на рис. 16.24 следующие:

δ — толщина слоя тяжелого бетона, в который замоноличены трубы нагревательного элемента, м;

h_1 и h_2 — расстояния от оси замоноличенных труб до поверхности железобетонной плиты, м;

C_1 и C_2 — расстояния от оси трубы до границ теплоперехода, перпендикулярных плоскости плиты, м;

$d_н$ — наружный диаметр трубы, м;

$\lambda_{бет}$ — коэффициент теплопроводности тяжелого бетона, ккал/(м·ч·°С);

$\lambda_{из}$ — коэффициент теплопроводности материала (слоев материалов), из которого состоит конструкция пола, ккал/(м·ч·°С);

$R_{из}$ — термическое сопротивление конструкции пола (от отметки чистого пола до поверхности плиты, в которую замоноличены трубы), м²·ч·°С/ккал;

$S = C_1 + C_2$ — шаг трубы, м.

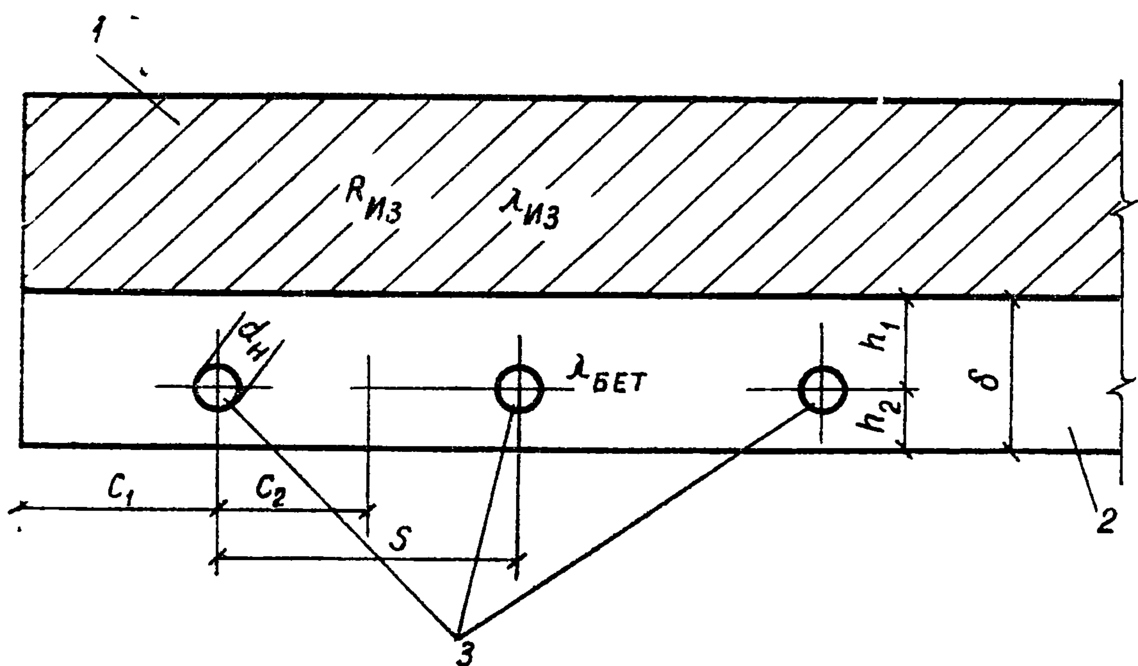


Рис. 16.24. Расчетная схема сплошной железобетонной плиты перекрытия

1 — конструкция пола; 2 — тяжелый бетон; 3 — нагревательные элементы

Различают следующие случаи определения границ поверхности теплоотдачи.

1. Рассматриваемая труба находится между двумя другими трубами. Величины C_1 и C_2 в этом случае принимаются равными половине среднего расстояния между осями двух смежных труб (рис. 16.25, *а*).

2. С одной или обеих сторон рассматриваемой трубы отсутствуют трубы (рис. 16.25, *б* и *в*). Величины C_1 и C_2 в этом случае равны расстояниям от оси трубы до соответствующих торцов плиты перекрытия.

Максимальное значение C принимается: для плит междуэтажных перекрытий равным 0,4 м; для плит чердачных и бесчердачных покрытий — 0,3 м.

Расстояния свыше 0,4 или 0,3 м (для соответствующих конструкций) не учитываются. При $C_1 = C_2$ $S = C_1 + C_2$; при C_1 и $C_2 \geqslant C_{макс}$ (даже если $C_1 \neq C_2$) $S = 2\,C_{макс}$

При определении длины труб П-образных контуров нагревательных элементов из длины каждого участка данного контура вычитается 0,125 $(C_1 + C_2)$ предыдущего по ходу теплоносителя участка.

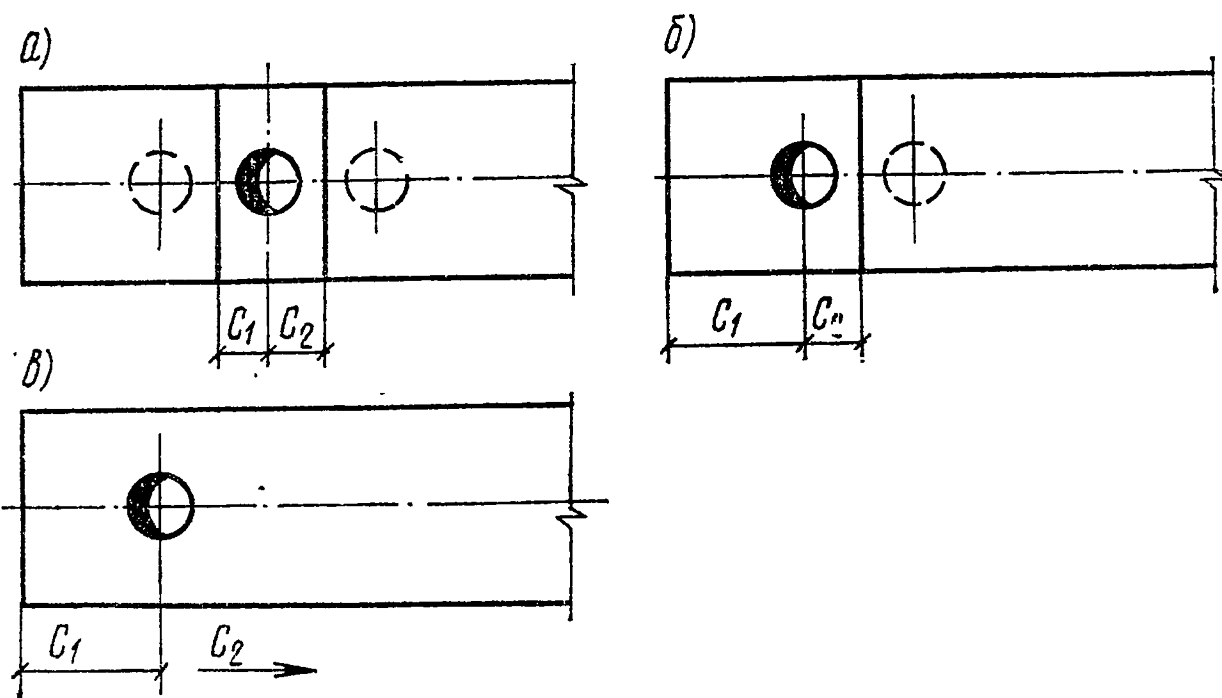


Рис. 16.25. Расчетные схемы нагревательного элемента в перекрытии для определения границ поверхности теплоотдачи

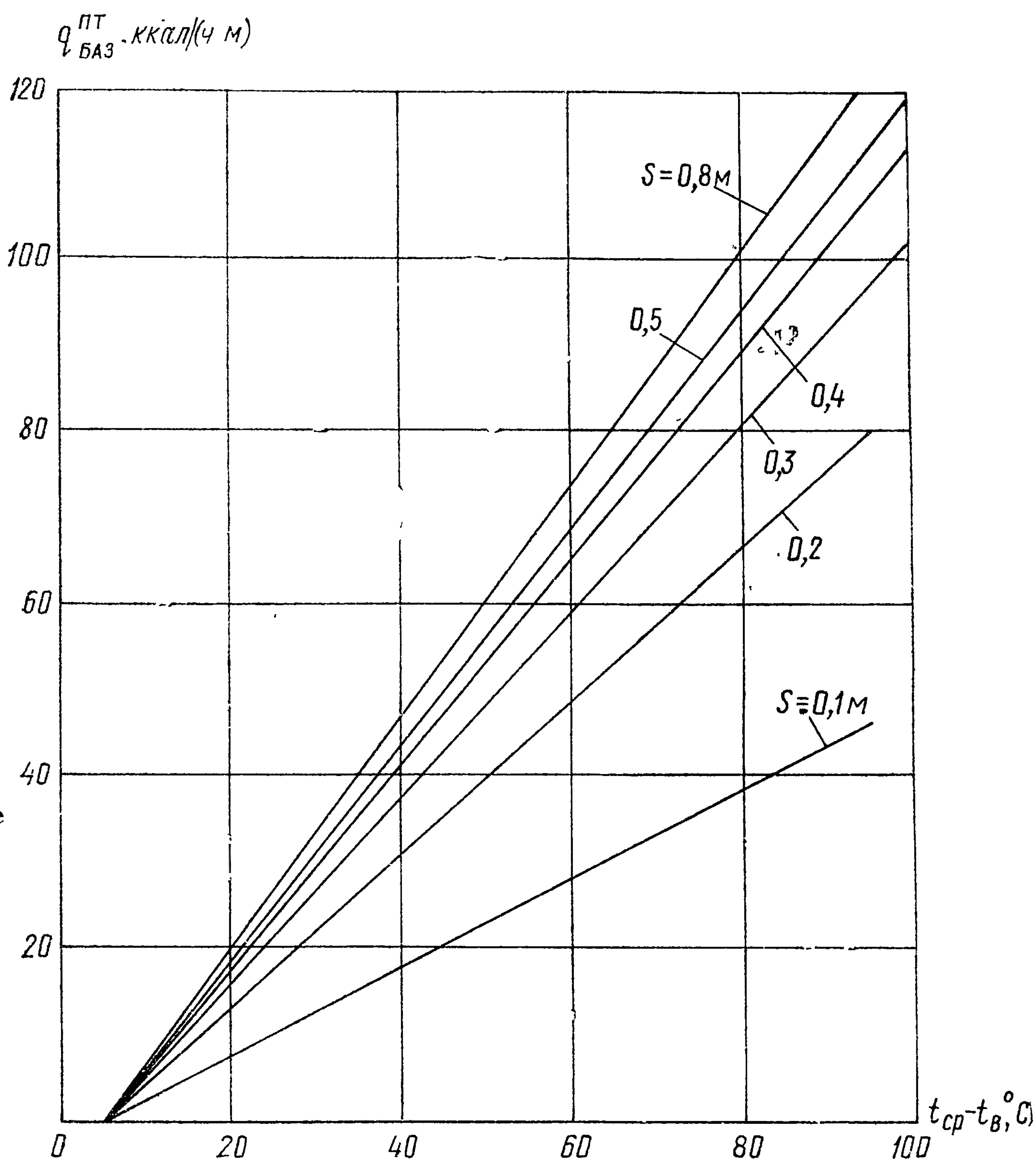


Рис. 16.26. Теплоотдача базисной конструкции плиты перекрытия

Если принять некоторую конструкцию плиты перекрытий за базисную, то теплоотдача с поверхности потолка 1 м трубы $q^{пт}$, ккал/(м·ч), может быть определена из выражения

$$q^{пт} = q_{баз}^{пт}\, f\,(П)^{пт}, \qquad (16.23)$$

где $q_{баз}^{пт}$ — теплоотдача 1 м трубы с поверхности по-

толка для базисной конструкции, ккал/(м·ч);

$f(\Pi)^{пт}$ — система поправок, учитывающих теплофизические и геометрические особенности рассчитываемой конструкции.

Величина $q_{баз}^{пт}$ может быть определена по графикам (рис. 16.26) в зависимости от температурного напора $t_{ср}—t_{в}$ ($t_{ср}$ — средняя температура воды, °С; $t_{в}$ — температура воздуха в отапливаемом помещении) и шага S, м.

В качестве базисной принята конструкция со следующими параметрами: $\delta=100$ мм; $\lambda_{бет}=1{,}2$ ккал/(м×ч·°С); $R_{из}=1$ м²·ч·°С/ккал; $d_{н}=21{,}3$ мм; $h_1=h_2$; $C_1=C_2$.

Значение $q_{баз}^{пт}$, ккал/(м·ч), может быть найдено по формуле

$$q_{баз}^{пт}=\left[0{,}52\,(t_{ср}-t_{в})-2{,}6\right]e^{\frac{1{,}12(S-0{,}1)}{S}}. \qquad (16.24)$$

Система поправок $f(\Pi)^{пт}$ представляет собой произведение ряда коэффициентов:

$$f(\Pi)^{пт}=K_{\delta}^{пт}\,K_{\lambda}^{пт}\,K_{смещ}^{пт}\,K_R\,K_d\,K_G\,K_{ч}, \qquad (16.25)$$

где $K_{\delta}^{пт}$ и $K_{\lambda}^{пт}$ — поправочные коэффициенты, учитывающие толщину слоя тяжелого бетона δ и коэффициент его теплопроводности $\lambda_{бет}$;

$K_{смещ}^{пт}$ — поправочный коэффициент, учитывающий смещение трубы относительно нейтральной оси слоя тяжелого бетона ($h_1\neq h_2$);

K_R — поправочный коэффициент, учитывающий термическое сопротивление конструкции пола;

K_d — поправочный коэффициент, учитывающий величину наружного диаметра труб;

K_G — поправочный коэффициент, учитывающий термическое сопротивление тепловосприятию от воды к стенкам трубы и принимаемый в зависимости от расхода воды G через трубу;

$K_{ч}$ — поправочный коэффициент, учитывающий увеличенный температурный напор между теплоносителем и наружным воздухом применительно к чердачным (бесчердачным) плитам покрытий (для междуэтажных перекрытий $K_{ч}=1$).

Теплоотдача с поверхности пола $q^{пл}$, ккал/(м·ч), подсчитывается по формуле

$$q^{пл}=q^{пт_1}\left(\frac{q_{общ}}{q^{пт}}-1\right)K_{\delta}^{пл}\,K_{\lambda}^{пл}\,K_{смещ}^{пл}, \qquad (16.26)$$

где $q^{пт_1}$ — теплоотдача с поверхности потолка, найденная по формуле (16.23), но без учета коэффициентов $K_{\delta}^{пт}$, $K_{\lambda}^{пт}$ и $K_{смещ}^{пт}$, которые заменяются соответствующими коэффициентами из формулы (16.26), ккал/(м·ч);

$q_{общ}$ — суммарная теплоотдача с поверхности потолка и пола; ккал/(м·ч), определяемая по формуле

$$q_{общ}=\frac{q^{пт}}{0{,}837R_{из}^{0{,}195}}. \qquad (16.27)$$

Значения $K_{\delta}^{пт}$ и $K_{\delta}^{пл}$ приведены в табл. 16.3 и 16.4

ТАБЛИЦА 16.3

ЗНАЧЕНИЯ ПОПРАВОЧНОГО КОЭФФИЦИЕНТА $K_{\delta}^{пт}$ НА ТОЛЩИНУ СЛОЯ БЕТОНА δ, мм

S, м	$K_{\delta}^{пт}$					
	δ=50 мм при $d_{у}$, мм		δ=100 мм при $d_{у}$, мм	δ=160 мм при $d_{у}$, мм		
	15	20	15, 20 и 25	15	20	25
0,2	0,98	0,98	1	0,93	0,93	0,93
0,4	0,92	0,96	1	1	1	0,99
0,5	0,89	0,92	1	1,02	1	0,99
0,6	0,88	0,9	1	1,03	1	0,99
0,7	0,87	0,89	1	1,04	1	1
0,8	0,86	0,89	1	1,04	1,02	1,01

ТАБЛИЦА 16.4

ЗНАЧЕНИЯ ПОПРАВОЧНОГО КОЭФФИЦИЕНТА $K_{\delta}^{пл}$ НА ТОЛЩИНУ СЛОЯ БЕТОНА δ, мм

$R_{из}$, м²·ч·°С/ккал	$K_{\delta}^{пл}$								
	δ=50 мм при шаге S, мм				δ=100 мм при шаге S, м	δ=160 мм при шаге S, м			
	0,2	0,4	0,6	0,8	0,2—0,8	0,2	0,4	0,6	0,8
0,25	1	0,95	0,91	0,9	1	1	1,04	1,05	1,05
0,65	1	0,95	0,88	0,8	1	1,01	1,06	1,08	1,08
1	0,96	0,88	0,79	0,79	1	1,01	1,1	1,14	1,14

При несимметричном расположении греющих труб ($C_1\neq C_2$) теплоотдача, ккал/(м·ч), может определяться по формулам:

$$q_{н}^{пт}=0{,}9\,q^{пт}; \qquad (16.28)$$

$$q_{н}^{пл}=1{,}04\,q^{пл}, \qquad (16.29)$$

где $q_{н}^{пт}$ и $q_{н}^{пл}$ — теплоотдача 1 м греющей трубы с поверхности потолка и пола при $C_1\neq C_2$, ккал/(м·ч);

$q^{пт}$ и $q^{пл}$ — то же, по формулам (16.23) и (16.26) при той же величине S, ккал/(м·ч).

Если вместо плит перекрытий применяют пустотелые настилы перекрытия толщиной 22 см, то нагревательные элементы замоноличиваются в специальный слой тяжелого бетона, размещаемого поверх пустотелого настила (рис. 16.27, *а*) или под ним (рис. 16.27, *б*).

Теплоотдача плит перекрытий этих конструктивных модификаций определяется по тем же формулам, что и для сплошных плит перекрытий, но умноженным на коэффициент $K_{пуст}$ (табл. 16.5).

ТАБЛИЦА 16.5

ЗНАЧЕНИЯ ПОПРАВОЧНОГО КОЭФФИЦИЕНТА $K_{пуст}$

Конструкция	Значения $K_{пуст}$ для	
	потолка	пола
... тяжелого бетона, ...торый замоноличены ... размещаемый поверх ...тного настила	0,63	1,05
... же, под пустотным на...	1,08	0,83

Аналитические выражения для остальных поправочных коэффициентов приведены в табл. 16.6, в которой приняты следующие обозначения:

$t_н$ — температура наружного воздуха, °С;

G — расход теплоносителя через нагревательный элемент, кг/ч;

$R_{констр}$ — термическое сопротивление конструкции чердачного (бесчердачного) покрытия с учетом коэффициентов теплообмена на внутренней и наружной поверхностях, м²·ч·°С/ккал.

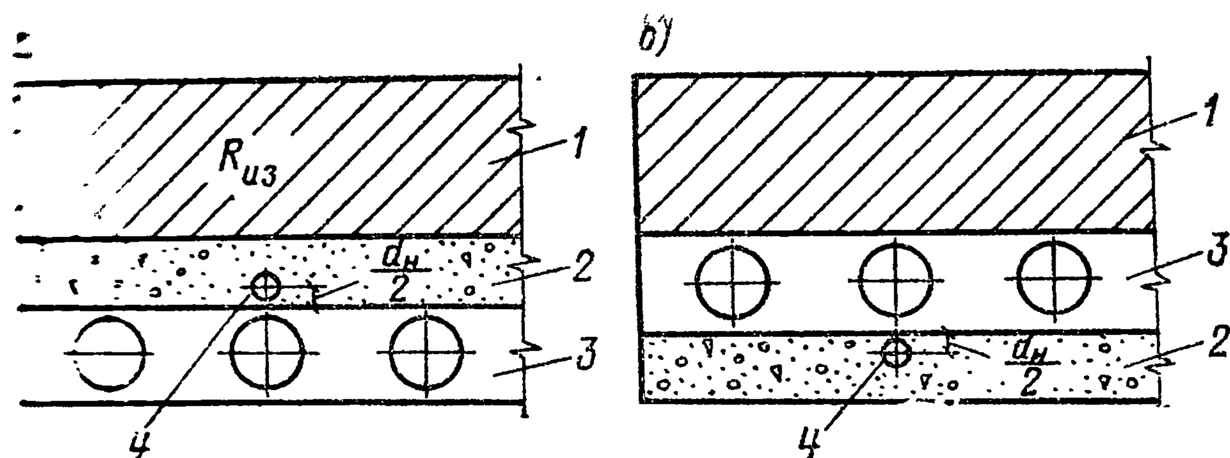


Рис. 16.27. Варианты размещения нагревательных элементов в конструкции перекрытия с пустотным настилом

1 — конструкция пола; 2 — дополнительный слой тяжелого бетона; 3 — пустотный настил перекрытия; 4 — нагревательный элемент

При размещении нагревательных элементов в плитах бесчердачных или чердачных покрытий наблюдаются дополнительные потери тепла в сторону наружного воздуха, относительная величина которых $\bar{q}$ подсчитывается по формуле

$$\bar{q}=0,27\,R_{констр}^{-1,15}, \qquad (16.30)$$

где $R_{констр}$ — термическое сопротивление конструкции покрытия без учета сопротивлений теплообмену на поверхностях, которые учтены при выводе формулы, м²·ч·°С/ккал.

Расход теплоносителя, подаваемого в нагревательные элементы чердачного (бесчердачного) покрытия, $G_ч$, определяется по формуле

$$G_ч=\frac{Q_{тп}\,(1+\bar{q})}{\Delta t_в}, \qquad (16.31)$$

где $\Delta t_в$ — перепад температуры теплоносителя, принятой для нагревательных элементов покрытия, °С;

$Q_{тп}$ — теплопотери, возмещаемые нагревательными элементами, размещенными в плитах покрытия здания, ккал/ч.

ТАБЛИЦА 16.6

АНАЛИТИЧЕСКИЕ ЗАВИСИМОСТИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОПРАВОЧНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ

Аналитическая формула для определения поправочного коэффициента	Пределы применения формул
$K_{\lambda}^{пт}=0,41\,\lambda_{бет}+0,51$	$0,6\leqslant\lambda_{бет}\leqslant1,6$
$K_{\lambda}^{пл}=0,183\,\lambda_{бет}+0,78$	$0,6\leqslant\lambda_{бет}\leqslant1,6$
$K_R=0,14\,R_{из}+0,86$	$0,2\leqslant R_{из}\leqslant1$
$K_d=0,64\,d_н^{0,147}$	$17\leqslant d_н\leqslant33,5$
$K_G=4,57\cdot10^{-4}G+0,92$	$20\leqslant G\leqslant140$
$K_G=2,44\cdot10^{-5}G+0,98$	$140\leqslant G\leqslant820$
$K_G=1$	$G>820$
$K_r=1-3\cdot10^{-3}\,\frac{t_в-t_н}{R_{констр}}$	$0\leqslant\frac{t_в-t_н}{R_{констр}}\leqslant30$
$K_{смещ}^{пт}=0,852+0,214\,S+\left(\frac{h_1}{h_2}-0,25\right)(0,51-0,635\,S)$	$0,25\leqslant\frac{h_1}{h_2}\leqslant0,5$
$K_{смещ}^{пт}=1,11-0,11\,\frac{h_2}{h_1}$	$0,25\leqslant\frac{h_2}{h_1}\leqslant1$
$K_{смещ}^{пл}=0,17\,S+0,93$	$\frac{h_1}{h_2}=0,25$
$K_{смещ}^{пл}=1$	$h_1\geqslant h_2$

Изложенная методика позволяет определить теплоотдачу замоноличенной в перекрытие трубы вниз (с поверхности потолка $q^{пт}$) и вверх (с поверхности пола $q^{пл}$). Вместе с тем всегда необходимо определять среднюю температуру теплоотдающей поверхности потолка $\tau_{ср}^{пт}$ и пола $\tau_{ср}^{пл}$, которая не должна превосходить регламентированных нормами допустимых температур.

Если теплоотдача 1 м трубы q, ккал/(м·ч), известна, а трубы змеевика (регистра) уложены с шагом S, м, то теплоотдача, ккал/(м²·ч), обогреваемой поверхности составит:

потолка

$$q_{пт}=\frac{q^{пт}}{S}; \qquad (16.32)$$

пола

$$q_{пл}=\frac{q^{пл}}{S}. \qquad (16.33)$$

В общем виде величина теплоотдачи, ккал/(м²·ч), может быть выражена уравнением $q=\alpha(\tau_{ср}-t_в)$, откуда можно найти среднюю температуру теплоотдающей поверхности:

$$\tau_{ср}=t_в+\frac{q}{\alpha}. \tag{16.34}$$

Средняя температура теплоотдающих поверхностей: потолка

$$\tau_{ср}^{пт}=t_в+\frac{q_{пт}}{\alpha_{пт}}; \tag{16.35}$$

пола

$$\tau_{ср}^{пл}=t_в+\frac{q_{пл}}{\alpha_{пл}},$$

где $t_в$ — температура воздуха в помещении, °С;

$q_{пт}$ — теплоотдача 1 м² потолка по формуле (16.32), ккал/(м²·ч);

$q_{пл}$ — теплоотдача 1 м² пола по формуле (16.33), ккал/(м²·ч);

$\alpha_{пт}$ — коэффициент теплоотдачи, ккал/(м²·ч·°С), поверхности потолка;

$\alpha_{пл}$ — коэффициент теплоотдачи, ккал/(м²·ч·°С), поверхности пола.

Коэффициент $\alpha_{пт}$ может быть подсчитан по формуле

$$\alpha_{пт}=C_{пр}\,b+(\tau_{ср}^{пт}-t_в)^{0,33}. \tag{16.36}$$

Коэффициент $\alpha_{пл}$ может быть подсчитан по формуле

$$\alpha_{пл}=C_{пр}b+1,86\,(\tau_{ср}^{пл}-t_в)^{0,33}, \tag{16.37}$$

где $C_{пр}=\dfrac{C_1C_2}{C_0}\approx 4,3$ — приведенный коэффициент излучения теплообменивающихся поверхностей, ккал/м²·ч (°К/100)⁴.

Коэффициенты излучения теплообменивающихся поверхностей C_1 и C_2 для строительных материалов в среднем могут быть приняты равными 4,6 ккал/м²·ч×(°К/100)⁴, а коэффициент излучения абсолютно черного тела C_0 равен 4,96 ккал/м²·ч·(°К/100)⁴.

Температурный фактор b находится по формуле

$$b=\frac{\left(\dfrac{\tau_{ср}+273}{100}\right)^4-\left(\dfrac{\tau_{ср}^{в.п}+273}{100}\right)^4}{\tau_{ср}-\tau_{ср}^{в.п}}\approx$$

$$\approx 0,81+0,005\left(\tau_{ср}+\tau_{ср}^{в.п}\right), \tag{16.38}$$

где $\tau_{ср}$ — средняя температура теплоотдающей поверхности: для формулы (16.36) — $\tau_{ср}^{пт}$, для формулы (16.37) — $\tau_{ср}^{пл}$;

$\tau_{ср}^{в.п}$ — средняя температура внутренних поверхностей ограждающих помещение конструкций.

Для средней температуры значения коэффициентов теплоотдачи поверхностей потолка $\alpha_{пт}$, пола $\alpha_{пл}$ и стен $\alpha_{ст}$, а также теплоотдачи этих поверхностей ($q_{пт}$, $q_{пл}$ и $q_{ст}$) могут быть приняты по табл. 16.7.

Зная теплоотдачу поверхности потолка $q_{пт}$ или пола $q_{пл}$, ккал/(м²·ч), в графе 3 или 5 табл. 16.7 находят соответствующую теплоотдачу. В графе 1 находят соответствующую этой теплоотдаче разность температур

ТАБЛИЦА 16.7

ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ ТЕПЛООТДАЧИ α, ККАЛ/(М²·Ч·°С), И ТЕПЛООТДАЧИ, ККАЛ/(М²·Ч), ПОВЕРХНОСТЕЙ ПОТОЛКА $q_{пт}$, ПОЛА $q_{пл}$ И СТЕНЫ $q_{ст}$

$\Delta t=\tau_п-t_в$	$\alpha_{пт}$	$q_{пт}$	$\alpha_{пл}$	$q_{пл}$	$\alpha_{ст}$	$q_{ст}$
1	2	3	4	5	6	7
1	5,22	5,2	6,08	6,1	5,65	5,7
2	5,5	11	6,58	13,2	6,04	12,1
3	5,7	17,1	6,94	20,8	6,32	19
4	5,87	23,5	7,24	29	6,56	26,2
5	6,01	30	7,48	37	6,76	34
6	6,15	37	7,72	46	6,93	42
7	6,27	44	7,89	55	7,09	50
8	6,38	51	8,1	64	7,24	58
9	6,48	58	8,27	74	7,38	66
10	6,58	66	8,43	84	7,51	75
11	6,68	74	8,57	94	7,63	84
12	6,75	81	8,71	104	7,74	93
13	6,83	89	8,84	115	7,84	102
14	6,91	97	8,98	126	7,94	111
15	6,99	105	9,12	137	8,04	121
16	7,06	113	9,23	148	8,14	131
17	7,13	121	9,34	159	8,24	140
18	7,2	129	9,45	170	8,33	150
19	7,28	137	9,57	182	8,42	160
20	7,35	147	9,69	194	8,51	170
21	7,42	156	9,8	206	8,6	180
22	7,48	165	9,9	218	8,69	191
23	7,54	173	9,99	230	8,78	202
24	7,6	182	10,08	242	8,87	213
25	7,66	191	10,17	254	8,96	224
26	7,76	202	10,32	268	9,05	235
27	7,86	212	10,44	282	9,14	246
28	7,92	222	10,53	295	9,23	258
29	7,98	231	10,63	308	9,31	270
30	8,04	241	10,73	322	9,38	281

$\Delta t=\tau_п-t_в$ между температурой теплоотдающей поверхности $\tau_п$ и воздуха в помещении $t_в$. Искомая средняя температура теплоотдающей поверхности будет:

$$\tau_{ср}=\tau_п=t_в+\Delta t.$$

Учитывая достаточно низкие температуры теплоотдающих поверхностей, которые регламентируются действующими санитарными требованиями, в ряде случаев приходится решать «обратную» задачу — по заданному конструктивному решению заделки нагревательного элемента в бетонную конструкцию здания находить среднюю температуру теплоносителя $t_{ср}$, при которой температура теплоотдающей поверхности $\tau_{ср}$ не превосходит допустимую.

В этом случае по формуле (16.23) находят $q_{баз}^{пт}$, а из формулы (16.24) — $t_{ср}$. Для определения средней температуры теплоносителя $t_{ср}$, °С, формулу (16.24) удобнее привести к виду

$$t_{ср}=\frac{q_{баз}^{пт}}{0,52\,e^{\frac{1,12\,(S-0,1)}{S}}}+t_в+5. \tag{16.39}$$

По средней температуре теплоносителя $t_{ср}$, расходу G, кг/ч, и скорости воды в горизонтальных участках нагревательного элемента не менее 0,25 м/с (для труб диаметром 15 и 20 мм соответственно 170 и 320 кг/ч) можно определить:

перепад температуры теплоносителя

$$\Delta t=t_г-t_о=\frac{q^{пт}l}{G};$$

...ьную температуру воды

$$t_г = t_{ср} + \frac{q^{пт} l}{2G};$$

...енную температуру воды

$$t_о = t_г - \frac{q^{пт} l}{G},$$

... l — протяженность труб нагревательного элемента, м;

$q^{пт}$ — теплоотдача 1 м трубы нагревательного элемента с поверхности потолка, ккал/(м·ч).

Глава 17. ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОТОПЛЕНИЕ

17.1. Классификация систем

Системы электрического отопления подразделяют на ...ующие:

1) воздушные, с нагревом воздуха в электрокалори...х или в электрическом тепловом насосе;

2) лучистые, с применением потолочных электроиз...телей;

3) лучисто-конвективные, с применением подоконных ...торадиаторов, стеновых электропанелей и электро...ев, а также с закладкой греющего электрокабеля в ...онный пол и т. п.

17.2. Область применения

Дефицит и высокая стоимость электроэнергии ограничивают ее использование на отопительные нужды.

Устройство электроотопления возможно, если оно технико-экономически обосновано и разрешено соответствующим энергообъединением. Его следует применять прежде всего в тех районах страны, где электроэнергия вырабатывается в основном ГЭС, плотность населения мала, местные тепловые ресурсы отсутствуют, а доставка топлива стоит очень дорого.

Наиболее экономно электроэнергию потребляют:

1) при нагреве воздуха электрическим тепловым насосом;

2) при замене общего отопления локальным отоплением рабочих мест в больших цехах;

3) при эпизодическом отоплении помещений кратковременного использования.

Воздушные системы с нагревом воздуха тепловым насосом дороги по капитальным затратам.

Эффективность их действия тем выше, чем меньше перепад температур между низкотемпературным источником тепла (например, наружным воздухом) и воздухом внутри помещения.

Локальное и эпизодическое отопление осуществляют либо инфракрасными (ИК) электроизлучателями направленного действия, либо электровоздушными агрегатами. При ИК-отоплении в помещении требуется более низкая температура воздуха, чем при конвективном отоплении, что при больших воздухообменах дает значительную экономию энергии за счет меньшего подогрева приточного воздуха. Поэтому ИК-отопление наиболее перспективно для больших промышленных цехов с малым числом рабочих мест и значительным воздухообменом.

Электрическое ИК-отопление целесообразно устраивать в производственных и общественных зданиях, расположенных в районах с избытком дешевой электроэнергии и коротким отопительным сезоном. В районах с дорогой электроэнергией ИК-отопление можно рекомендовать главным образом во временных сооружениях, на открытых площадках и в частично открытых помещениях.

Инфракрасное отопление не может применяться в помещениях, отнесенных по пожарной опасности к категориям А, Б и В; в складских помещениях с находящимися в них горючими веществами; в помещениях с материалами, которые под действием ИК-излучения могут изменить свои свойства и разлагаться с образованием токсичных или взрывоопасных веществ.

17.3. Инфракрасное электроотопление

А. ИЗЛУЧАТЕЛИ

Электрические ИК-излучатели направленного действия подразделяют на две группы:

1) «светлые», которые, имея температуру излучающей поверхности около 2000 °С, испускают свет и ИК-лучи и могут быть использованы для одновременного освещения и отопления помещений;

2) «темные», которые почти не испускают свет и обычно имеют температуру поверхности 300—1100° С.

«Светлые» излучатели выпускаются электроламповыми заводами в виде специальных ламп-термоизлучателей ЗС (табл. 17.1).

ТАБЛИЦА 17.1

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛАМП-ТЕРМОИЗЛУЧАТЕЛЕЙ ЗС

Тип лампы	Номинальные электрические параметры		Основные размеры, мм		Диаметр резьбового цоколя, мм	Срок службы ч
	напряжение, В	мощность, Вт	диаметр	длина		
ЗС-1	127	500	180	267	40	2000
ЗС-2	127	250	180	267	40	2000
ЗС-3	220	500	180	267	40	2000

У ламп ЗС тыльная поверхность колбы покрыта слоем алюминия, который концентрирует излучение в направлении главной оси. Наибольшее действие на облучаемый объект лампы ЗС оказывают в том случае, когда он попадает в конус лучей, исходящих из лампы с углом раскрытия 25—30 °.

«Светлые» излучатели не реагируют на обдувание воздухом, безынерционны в работе и создают у человека ощущение тепла сразу же после включения. Им свойствен слепящий блеск, который не должен попадать в поле зрения человека. Поэтому лампы следует устанавливать в арматуре, обеспечивающей защитный угол. Однако арматура не должна препятствовать охлаждению цоколя, иначе колба может отстать от цоколя.

«Светлые» ИК-излучатели применяют:

1) для подсветки и обогрева обнаженных натурщиков в художественных студиях, рисовальных залах и в других аналогичных случаях;

2) для обеспечения кратковременных работ в холодильниках, хранилищах, на складах, в аппаратных и помещениях, где не требуется общая система отопления или нежелательно повышение температуры воздуха;

3) когда иные системы отопления или источники излучения тепла неэкономичны из-за больших конвективных теплопотерь (локальный обогрев площадок на улице, открытых веранд, больших, высоких и частично открытых цехов и помещений, холодных спален для облучения человека в моменты раздевания и одевания);

4) для одновременного обогрева и освещения помещений, которые используются в вечернее время (торговых палаток и прочих сооружений на праздниках зимы, судейских кабин на зимних соревнованиях и помещений, где выгодно совмещение отопительных и осветительных функций в одном источнике);

5) для облучения с целью сохранения молодняка в птицеводстве и животноводстве, особенно там, где солнечное излучение зимой практически отсутствует.

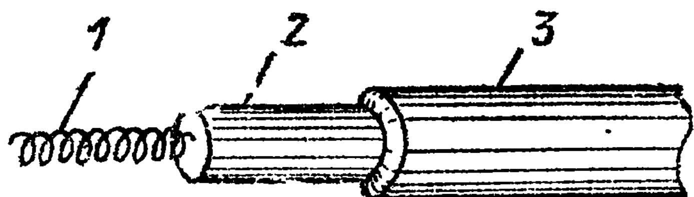


Рис. 17.1. Излучающий стержень «темного» излучателя

1 — спираль; *2* — электроизоляция; *3* — металлическая трубка

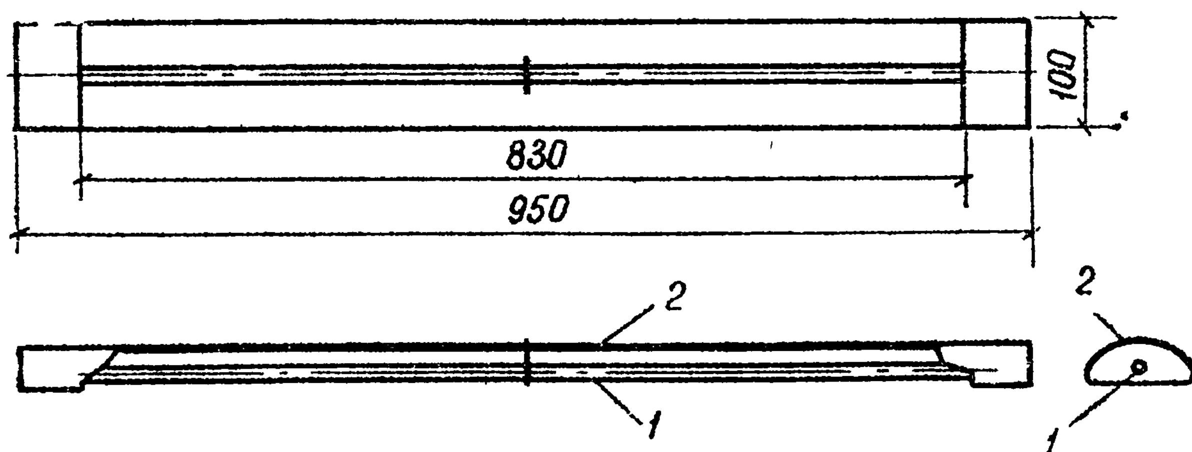


Рис 17.2. «Темный» излучатель

1 — излучающий стержень, *2* — рефлектор

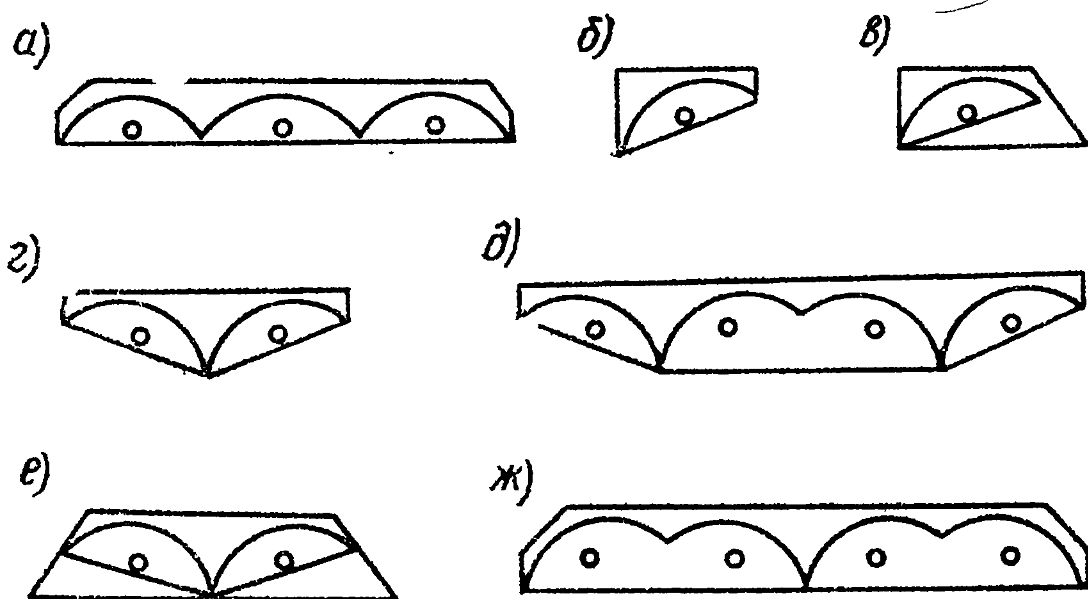


Рис. 17.3. Варианты блоков «темного» излучателя

а — для высоких помещений; *б*, *в* — для установки на стенах (карнизные излучатели); *г*—*ж* — для установки на малой высоте

«Темный» ИК-излучатель — это излучающий стержень, установленный под рефлектором из специально обработанного алюминия (рис. 17.1). Изнутри стержень нагревается спиралью. Оболочку стержня выполняют либо из керамики, либо из кварца или металла. В последнем случае спираль запрессовывают в электроизоляционную массу. Рефлектор чаще всего имеет параболический профиль. Основные характеристики таких излучателей (рис. 17.2) с металлической оболочкой даны в табл. 17.2.

ТАБЛИЦА 17.2

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ «ТЕМНЫХ» ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ, ВЫПУСКАЕМЫХ ГОРЬКОВСКИМ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИМ ЗАВОДОМ

№ излучателя	Номинальные электрические параметры		Основные размеры, мм		Диаметр излучающего стержня, мм
	напряжение, В	мощность, Вт	длина	ширина	
1	200	700	950	100	10
2	70	400	435	100	10
3	127	600	950	100	10
4	220	700	950	100	10

Из стержней, снабженных рефлекторами, можно изготовлять карнизные излучатели и секционные излучающие блоки (рис. 17.3), при этом наклон секций к горизонту обычно составляет 20°. Объединение излучателей в более мощные блоки сокращает число мест их включений и упрощает монтаж. Наклон секций усиливает облучение вертикальных поверхностей, ослабляя облучение горизонтальных. Козырек у карнизного излучателя снижает конвективные потери, создавая слой неподвижного теплого воздуха под излучающим элементом.

«Темные» излучатели целесообразны в следующих случаях:

1) когда испускание света недопустимо (в фотолабораториях, в кинотеатрах);

2) когда конвективные потоки, восходящие над излучателем, могут обогревать человека или помещение;

3) когда условия эксплуатации требуют от излучателей высокой прочности;

4) когда для локального облучения рабочих мест в больших и высоких цехах (например, у прокатных станов) «светлые» излучатели непригодны из-за своего слепящего действия.

ИК-излучатели следует располагать как можно ближе к облучаемой зоне, не превышая минимальной высоты установки, равной 2,5 м, и добиваясь, чтобы излучение на человека падало наклонно со всех сторон и чтобы сильнее облучались его вертикальные поверхности (ноги, спина, бока, грудь). Работа ИК-излучателей при этом становится эффективнее. Наклонные лучи, облучая человека, не должны облучать окружающие стены. Мебель и оборудование не должны экранировать излучение, направленное на человека.

Места локального отопления желательно огораживать легкими ширмами, поверхности которых должны хорошо отражать ИК-лучи.

Для быстрого нагрева верхний слой пола должен иметь малую теплопроводность и хорошо поглощать ИК-лучи.

В помещениях с эпизодическим ИК-отоплением тепловую изоляцию в ограждениях лучше располагать с внутренней стороны.

Б. РАСЧЕТ ИК-СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ

Выявляют рабочие места и зоны, допускающие локальное отопление. Вычисляют требуемую облученность, Вт/м^2, человека или отдельных его поверхностей:

$$E = a\,(t_{\text{к}} - t_{\text{п}})\,, \tag{17.1}$$

$t_{\text{п}}$ — температура помещения;

$t_{\text{к}}$ — комфортная температура, т. е. температура помещения, при которой тепловое состояние человека оценивается как комфортное;

a — коэффициент, равный 11 Вт/(м²·°С).

$$t_{\text{п}} = \frac{t_{\text{в}} + t_{\text{р}}}{2}\,, \tag{17.2}$$

где $t_{\text{в}}$ — температура воздуха в помещении;

$t_{\text{р}}$ — радиационная температура помещения для человека или для отдельной его поверхности.

Требуемую облученность, вычисленную по формуле

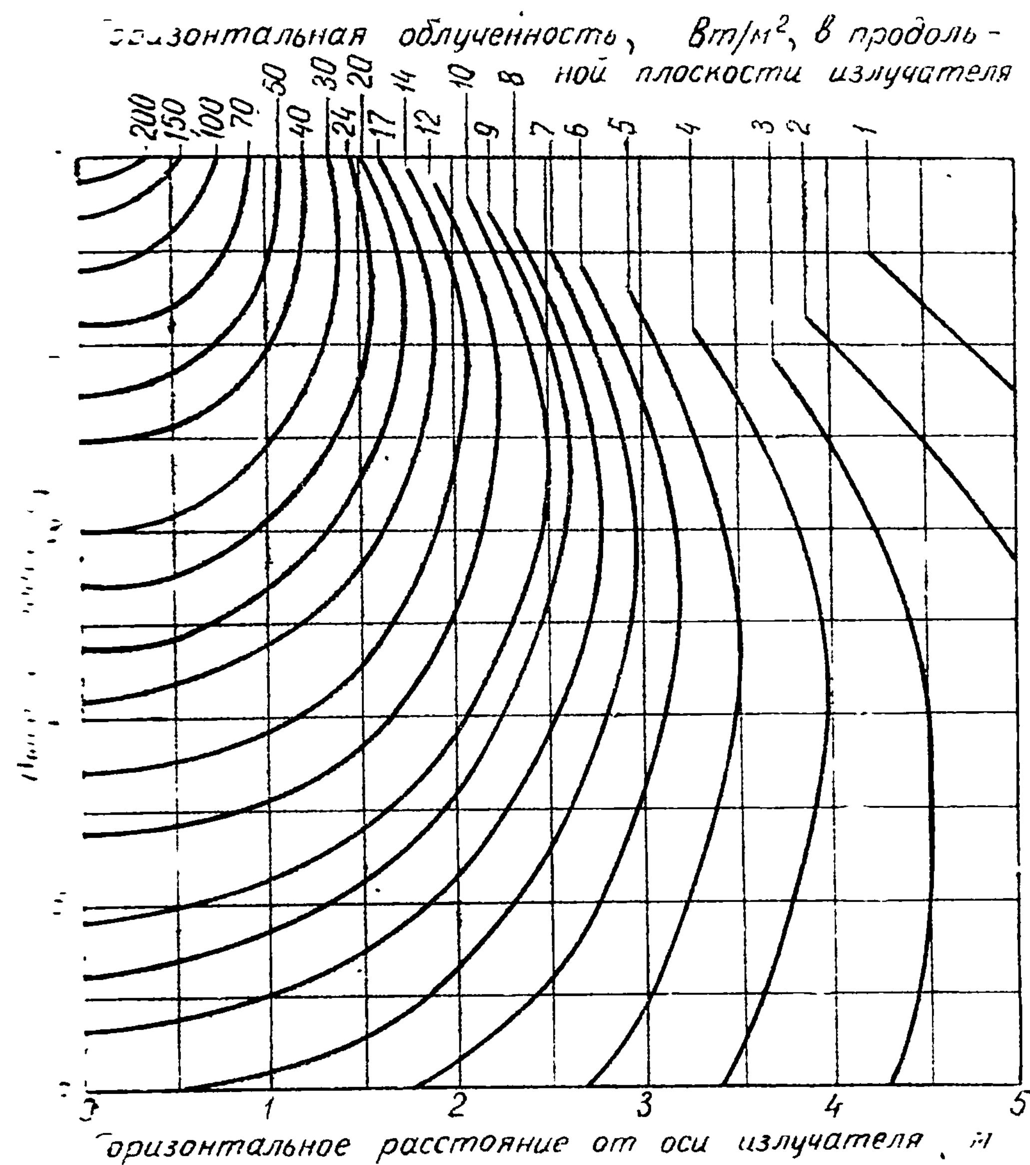


Рис. 17.4. Пространственные изорады для типовой секции «темного» излучателя

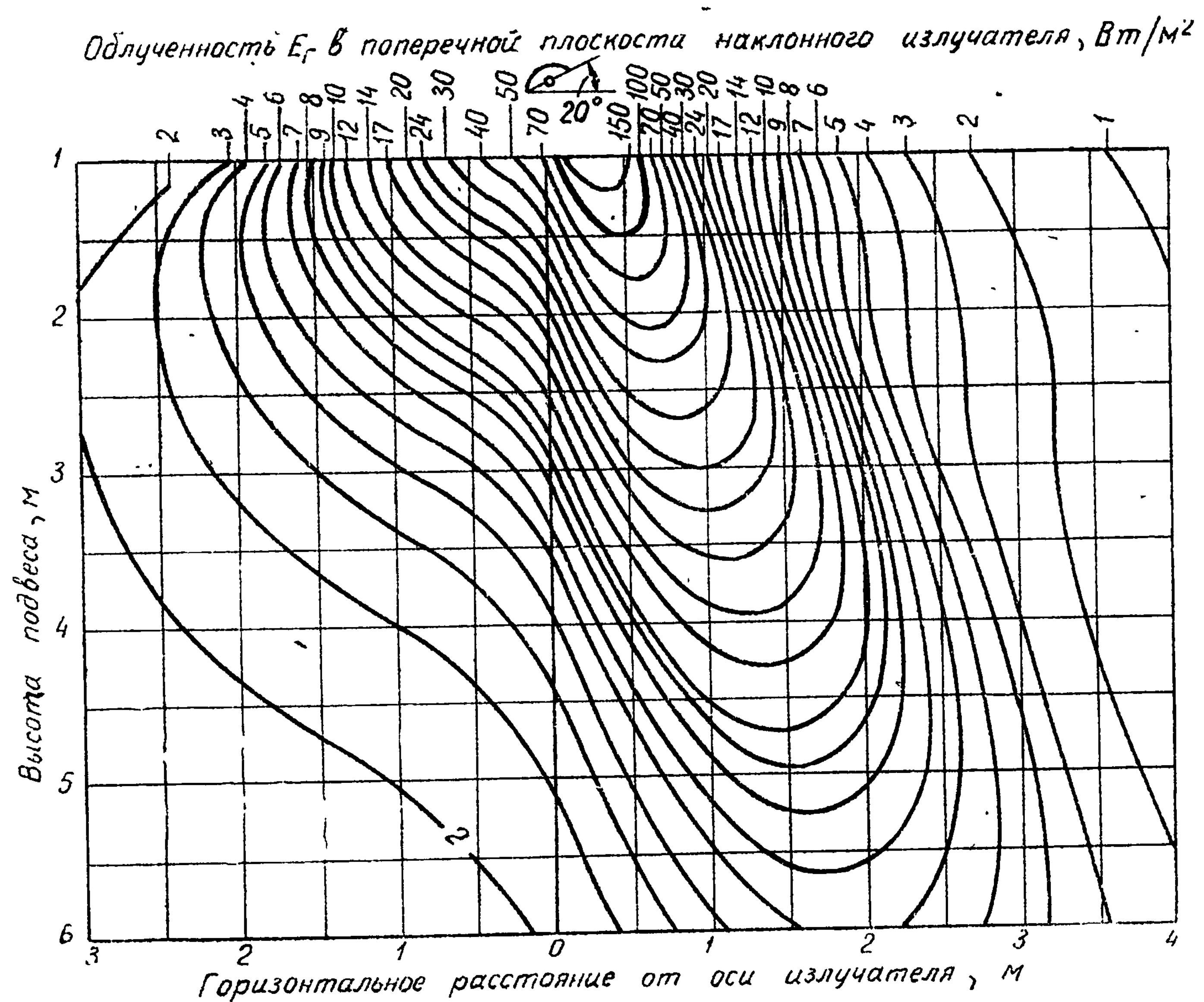


Рис. 17.5. Изорады горизонтальной облученности для наклонной секции

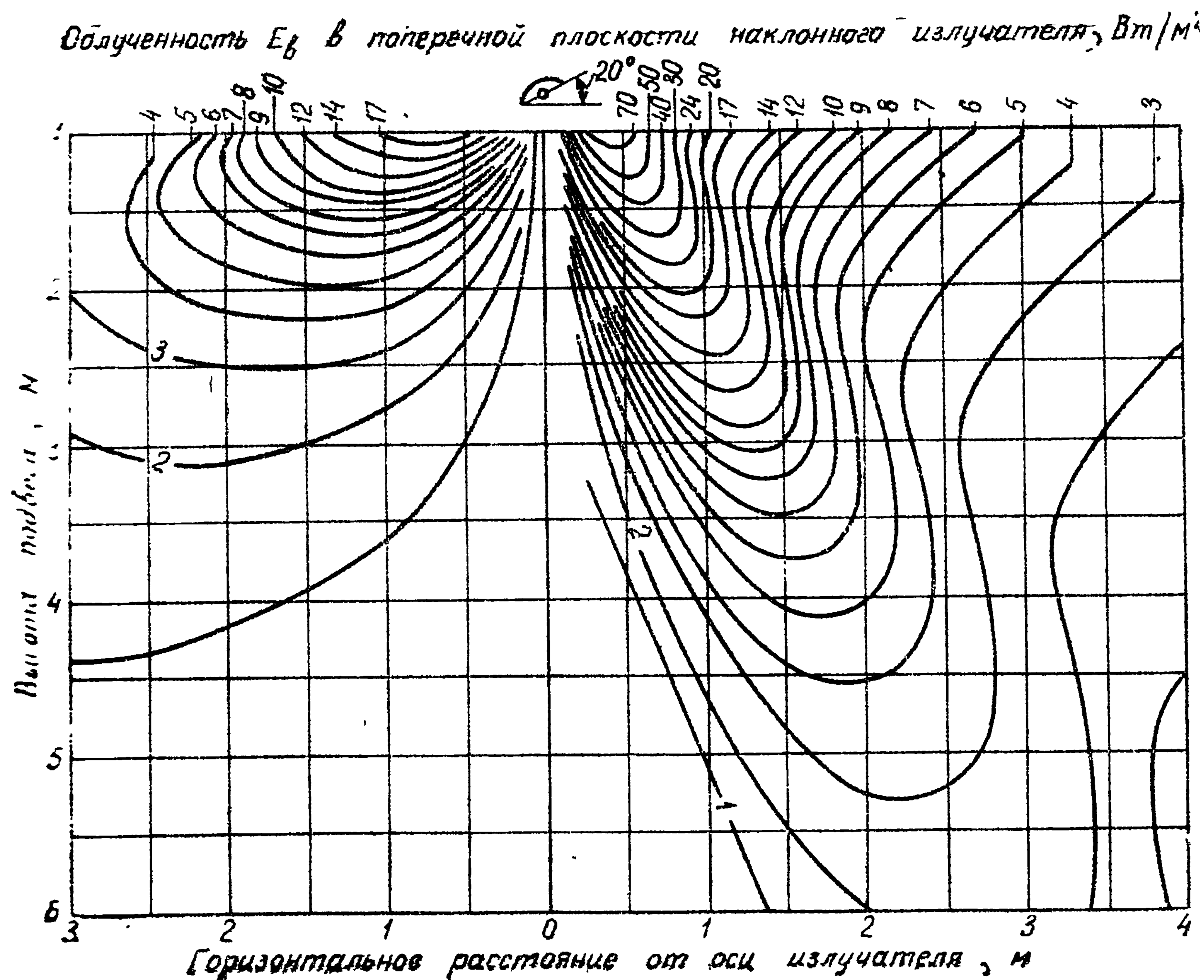


Рис. 17.6. Изорады вертикальной облученности для наклонной секции

(17.1), обеспечивают подбором излучателей, их мощности, а также расстановкой излучателей по высоте и в плане помещения. Фактическую облученность вычисляют с помощью пространственных изорад (рис. 17.4—17.6), учитывая при этом вертикальные и горизонтальные излучающие поверхности тела человека (табл. 17.3).

ТАБЛИЦА 17.3

ИЗЛУЧАЮЩИЕ ПОВЕРХНОСТИ ЧЕЛОВЕКА РОСТОМ 1,8 м

Часть тела	Излучающая поверхность	Площадь излучающей поверхности, м², горизонтальной	Площадь излучающей поверхности, м², вертикальной	Высота расчетной поверхности над полом, м
Голова	Верх	0,022	—	1,8
	Лицо и затылок	—	0,025	1,7
	Левая и правая щеки	—	0,034	1,7
	Вся голова	0,14		1,7
Туловище	Плечи	0,058	—	1,5
	Грудь и спина	—	0,311	1,4
	Левый и правый бок	—	0,1	1,4
	Все туловище	0,88		1,4
Ноги	Передняя и задняя часть	—	0,2	0,4
	Правая и левая стороны	—	0,09	0,4
	Обе ноги	0,58		0,4
	Все тело	1,6		

Расчет локальных систем отопления по пространственным изорадам дает точное значение фактической облученности человека прямыми лучами. Однако он не учитывает побочные факторы, снижающие охлаждение человека в закрытых помещениях, а именно: экранирование излучателями холодных потолков и стен, вторичное излучение пола, облучаемого излучателями, конвективные потоки, восходящие над полом, и др.

Все эти факторы следует учитывать, вводя поправочный коэффициент, снижающий мощность ИК-излучателей. При расчете общего ИК-отопления необходимо учитывать коэффициент лучистой активности. Поскольку для локальных ИК-систем отопления сведения о поправочном коэффициенте отсутствуют, то они рассчитываются, как правило, приближенным способом.

В этих случаях, используя табл. 17.4, мощность, кВт, секционного (блочного) излучателя для локального отопления вычисляют по формуле

$$p_б = \frac{E_{г.д} h^2 p}{1000 J},$$

где $E_{г.д}$ — допускаемая в данных условиях облученность на уровне головы, определяемая по табл. 17.4, Вт/м²;

h — высота подвеса излучателей над головой человека;

J — средняя сила излучения от одной секции излучателя (лампы) в направлении отвесной оси, Вт/стер;

p — мощность одной секции (лампы), Вт.

Сила излучения лампы ЗС-3 составляет 180 Вт/стер, а «темного» излучателя № 4 (см. табл. 17.2) — 115 Вт/стер.

Если площадь F обогреваемого участка больше h^2, то следует устанавливать блоки в количестве

$$n = \frac{F}{h^2},$$

тогда общая мощность, кВт, локальной установки

$$P = np_б.$$

Пример 17.1. Человек в теплой одежде работает в закрытом помещении, имеющем среднюю температуру воздуха 0 °С. Высота подвеса излучателей над полом 3,7 м, а рост человека 1,7 м. Локальным отоплением необходимо обеспечить участок площадью F, равной 40 м².

Решение. 1. Допускаемая облученность на уровне головы по табл. 17.4 составляет $E_{г.д}$ =150 Вт/м².

2. К установке принимаем лампы ЗС-3, имеющие p=500 Вт и J=180 Вт/стер.

ТАБЛИЦА 17.4

ДОПУСКАЕМАЯ ОБЛУЧЕННОСТЬ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ НА УРОВНЕ ГОЛОВЫ ЧЕЛОВЕКА

Место облучения	Одежда	Температура воздуха, °С	Значения облученности, Вт/м²: при состоянии покоя, А*	при состоянии покоя, Б	при легком физическом труде, А	при легком физическом труде, Б
Закрытое помещение	В теплой одежде	0 +5	200 150	250 200	100 80	150 100
То же	Без теплой одежды	0 +5 +10 +15 +18	250 180 80 30 16	280 220 100 45 32	— — — — —	— — — — —
Закрытые и полуоткрытые помещения и улица	—	От 0 до +5 » 0 » —5 » 0 » —10	— — —	300 400—500 600—700	— — —	— — —

* А и Б — для систем общего и локального отопления соответственно.

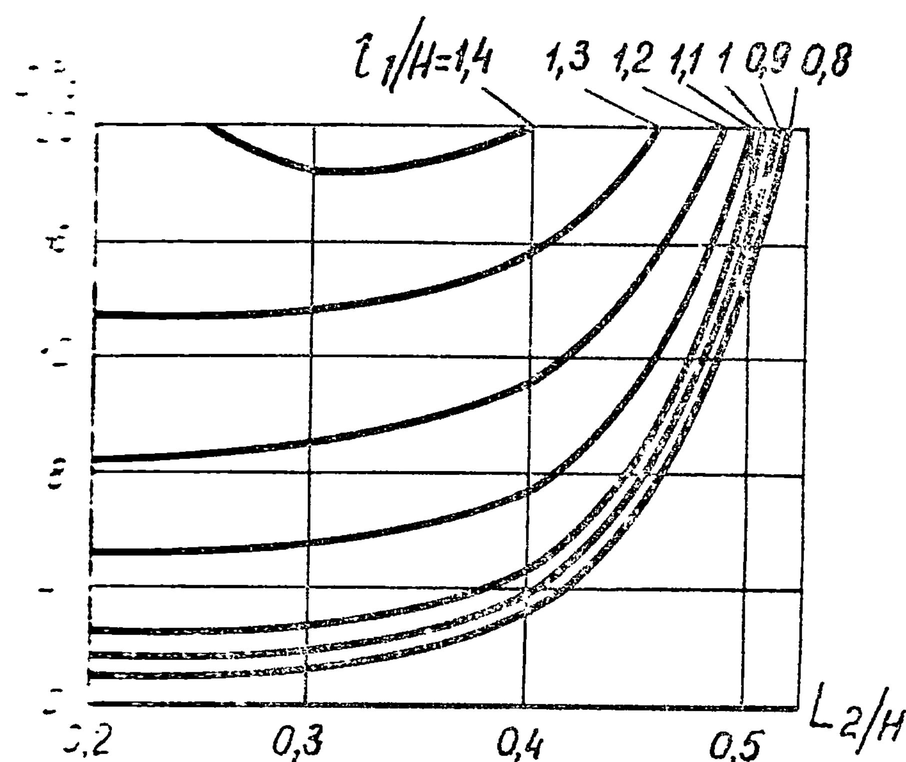


Рис. 17.7. Кривые неравномерности облучения s

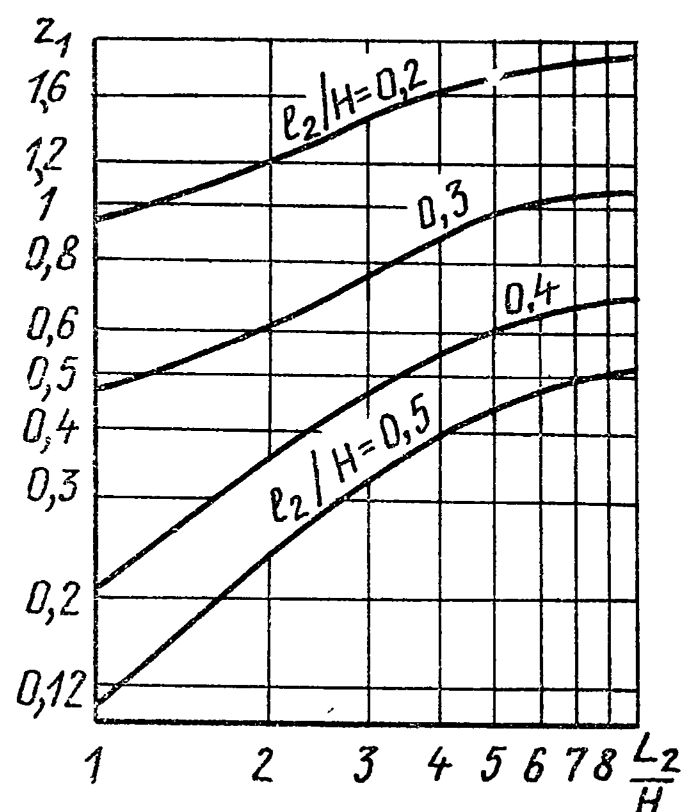


Рис 17.8. Кривые для определения краевой добавки z_1 для продольного ряда

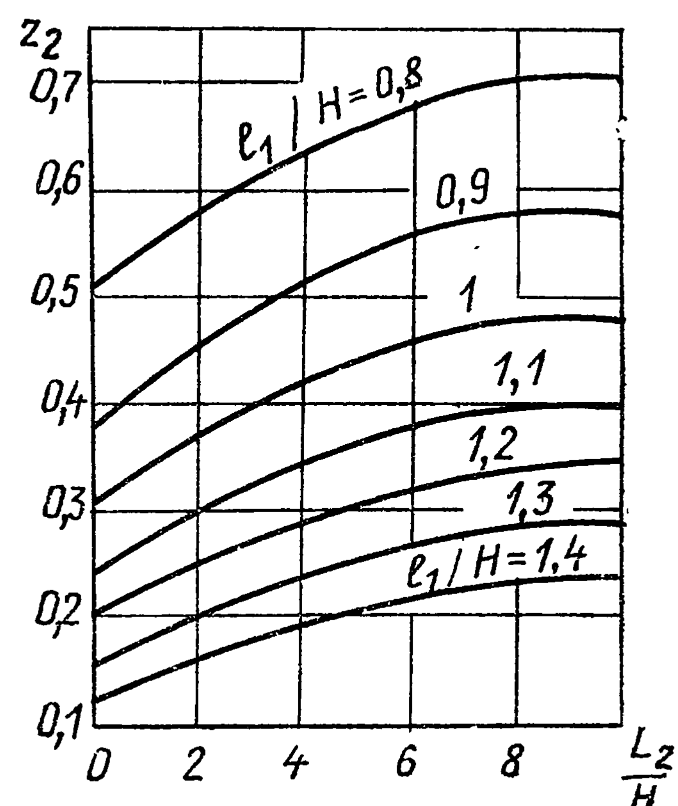


Рис. 17.9. Кривые для определения краевой добавки z_2 для поперечного ряда

3. Допускаемая мощность блока ламп

$$p_б=\frac{E_{г\,д}h^2p}{1000\,J}=\frac{150\cdot 2^2\cdot 500}{1000\cdot 180}=1,67\text{ кВт}.$$

т. е. в блоке можно установить три лампы.

4. Число блоков

$$n=\frac{F}{h^2}=\frac{40}{2^2}=10$$

5. Общая мощность установки $P=p_б F/h^2=16,7$ кВт.

6. Общее количество ламп $n_л=P/p=33$.

Мощность общего ИК-отопления ориентировочно назначают по тепловым потерям помещения. Выбрав тип излучателя и зная его мощность, определяют примерное число излучателей. При необходимости излучатели компонуют в секционные блоки.

«Темные» излучатели или блоки из них размещают рядами так, чтобы их продольные оси были параллельны продольной оси помещения. Намечают высоту подвеса H излучателей над облучаемой горизонтальной плоскостью. По рис. 17.7 выбирают шаг излучателей l_1 (в направлении продольной оси) и шаг l_2 (в направлении поперечной оси) так, чтобы неравномерность облученности горизонтальной плоскости

$$s=\frac{E_{г\,макс}-E_{г\,мин}}{E_{г\,ср}}100\leqslant 20\%.$$

Узнав поперечное расстояние L_2 между краевыми рядами излучателей, по графику (рис. 17.8) определяют добавку z_1, выравнивающую облученность плоскости на краю либо уменьшением шага излучателей в продольном краевом ряду $l_1'=l_1/1+z_1$, либо увеличением мощности краевого излучателя $p_1=p(1+z_1)$ по сравнению с мощностью p излучателя, не стоящего на краю плоскости.

Аналогично определяют добавки для излучателей, расположенных в поперечных краевых рядах (z_2 по рис. 17.9) и в углах (z_3 по рис. 17.10).

Используя пространственные изорады, подсчитывают среднюю фактическую облученность $E^ф$ человека расставленными излучателями.

Коэффициент лучистой активности намеченной системы ИК-отопления вычисляют по формуле

$$k=1+\frac{E^ф}{a(t_в-t_н)}.\qquad(17.3)$$

где $t_н$ — расчетная температура наружного воздуха;
$t_в$ — то же, внутреннего.

Коэффициент лучистой активности учитывает тот факт, что человек должен отдать окружающей среде не только свое физиологическое тепло, но и тепло, полученное непосредственно от излучателей. Для этого требуется пониженная температура помещения, что достигается снижением мощности отопления, Вт, до номинальной величины

$$P_н=\frac{P}{k}.\qquad(17.4)$$

где P — тепловые потери помещения, Вт.

В этом случае плотность облученности, Вт/м², человека

$$E_н=\frac{E^ф}{k}.\qquad(17.5)$$

Этой плотности будет соответствовать температура помещения

$$t_п=\frac{t_в-t_н}{k}+t_н.\qquad(17.6)$$

Тепловое состояние тела человека в таком случае будет эквивалентно тепловому состоянию при комфортной температуре

$$t_к=t_п+\frac{E_н}{a}.\qquad(17.7)$$

Средняя фактическая облученность головы человека $E^ф_г$, Вт/м², при длительном воздействии ИК-радиации не должна превышать допустимого значения

$$E_г=a_г(t_{к.г}-t_п),\qquad(17.8)$$

где $a_г=10,2$ Вт/(м²·°С);
$t_{к.г}$ — комфортная температура для головы, °С. В служебных и жилых помещениях ее рекомендуется принимать

$$t_{к.г}\leqslant t_к+2.\qquad(17.9)$$

Если $E_{г}^{ф} < E_{г}$, то следует выбрать излучатель иного типа или изменить схему расстановки. В крайнем случае мощность ИК-отопления $P_{н}$, Вт, следует уменьшить на величину

$$P_{к} = P_{н}\left(1 - \frac{E_{г}}{E_{г}^{ф}}\right) \quad (17.10)$$

и установить на эту мощность конвективные или электровоздушные нагреватели.

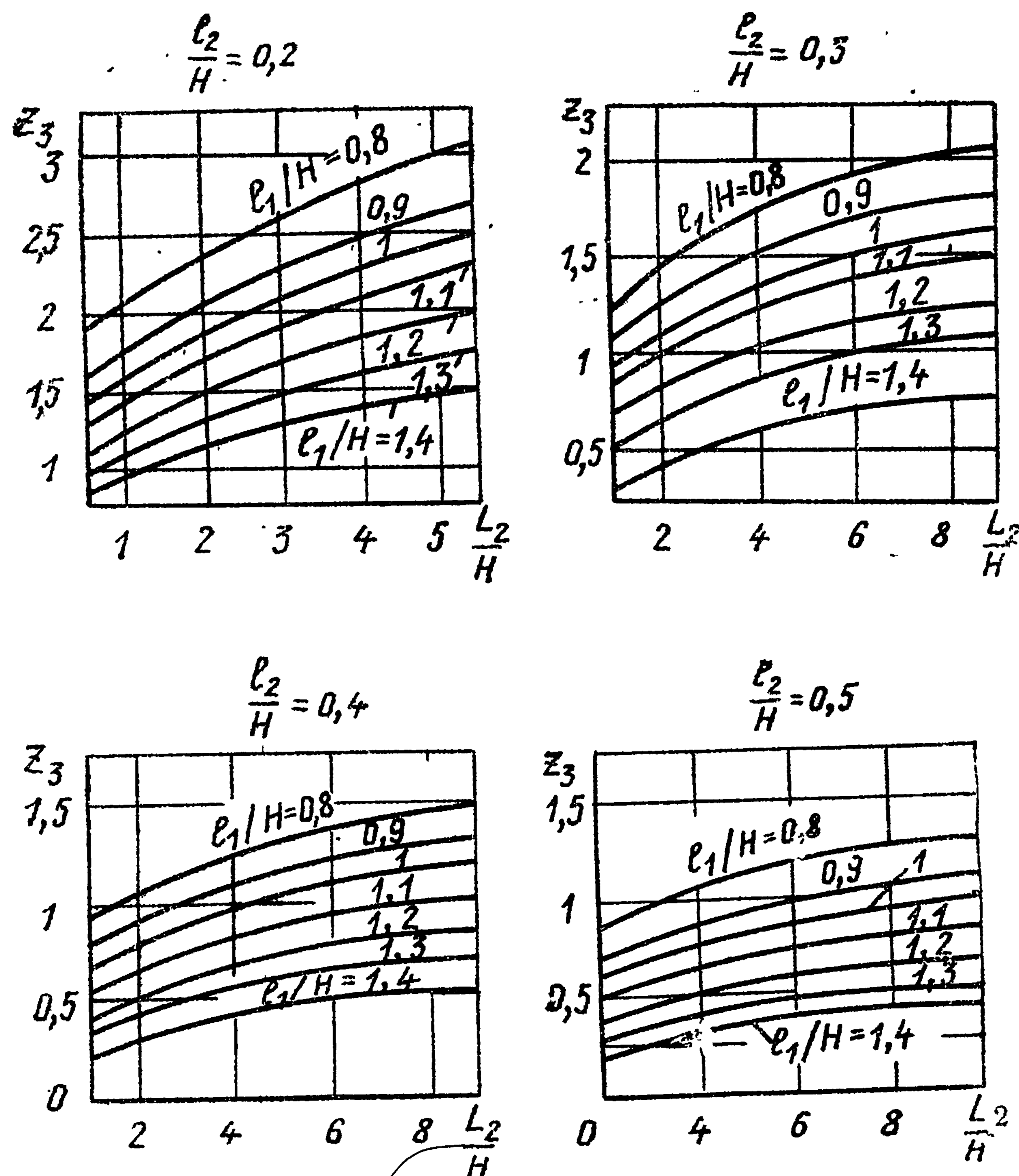


Рис. 17.10. Кривые для определения угловой добавки z_3

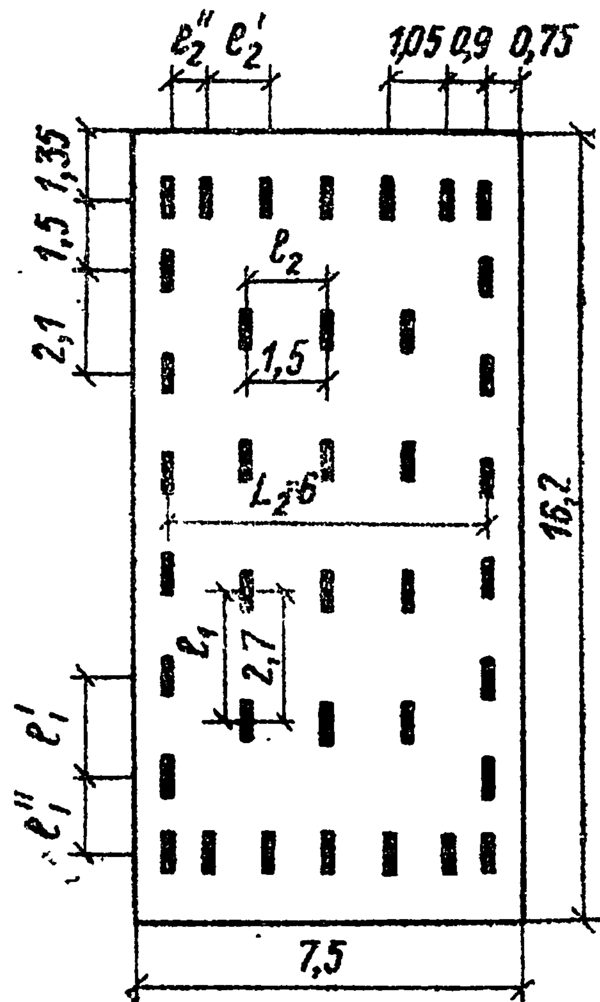


Рис. 17.11. План расстановки излучателей в помещении

Пример 17.2. Необходимо обогреть павильон, в котором люди будут отдыхать, лежа на кроватях. Спальное помещение имеет высоту 4 м и размеры в плане, указанные на рис. 17.11. При расчетной температуре наружного воздуха $t_{н}$=—22 °С и внутреннего $t_{в}$=18 °С теплопотери помещения P составляют 29,2 кВт.

Решение. Для отопления принимаем излучатель № 4 по табл. 17.2. Излучатели подвешиваем к потолку на высоте 3,5 м от пола. Высота подвеса над плоскостью кроватей H составляет 3 м.

По рис. 17.7 принимаем l_1/H=0,9 и l_2/H=0,5, для которых s=17%. В итоге имеем l_1=0,9·3=2,7 м; l_2=0,5·3=1,5 м и L_2=6 м, т. е. L_2/H=2.

Используя полученные данные, по рис. 17.8—17.10 находим z_1=0,25; z_2=0,45; z_3=0,7.

Шаг излучателей на краю в продольном и поперечном рядах должен соответственно составлять

$$l_1' = \frac{l_1}{1+z_1} = \frac{2,7}{1,25} \approx 2,1 \text{ м};$$

$$l_2' = \frac{l_2}{1+z_2} = \frac{1,5}{1,45} \approx 1,05 \text{ м},$$

а в углах:

$$l_1'' = \frac{l_1}{1+z_3} = \frac{2,7}{1,7} = 1,6 \text{ м}; \quad l_2'' = \frac{1,5}{1,7} = 0,9 \text{ м}.$$

Ориентируясь на найденные значения l, размещаем излучатели в плане так, как это изображено на рис. 17.11, из которого следует, что общее число излучателей составляет 38. Ориентировочная мощность одного излучателя p=29,2 : 38=0,77 кВт, что выше мощности выпускаемой секции в 1,1 раза.

По пространственным изорадам (см. рис. 17.4) находим, что при высоте подвеса H, равной 3 м, облученность горизонтальной площадки под излучателем составляет $E_{г}$=30 Вт/м², если мощность излучателя равна 0,7 кВт. В нашем случае p=0,77 кВт, поэтому и $E_{г}$=33 Вт/м².

При работе всех излучателей, размещенных намеченной схеме, облученность той же горизонтальной площадки будет в несколько раз больше. По рис. 17.12 максимальная относительная облученность $\varkappa$=3. Поэтому

$$E_{г\,макс} = \Sigma E_{г} = \varkappa E_{г}\, i = 3 \cdot 33 \cdot 1 = 99 \text{ Вт/м}^2,$$

где i — число секций в излучателе (в нашем случае i=1).

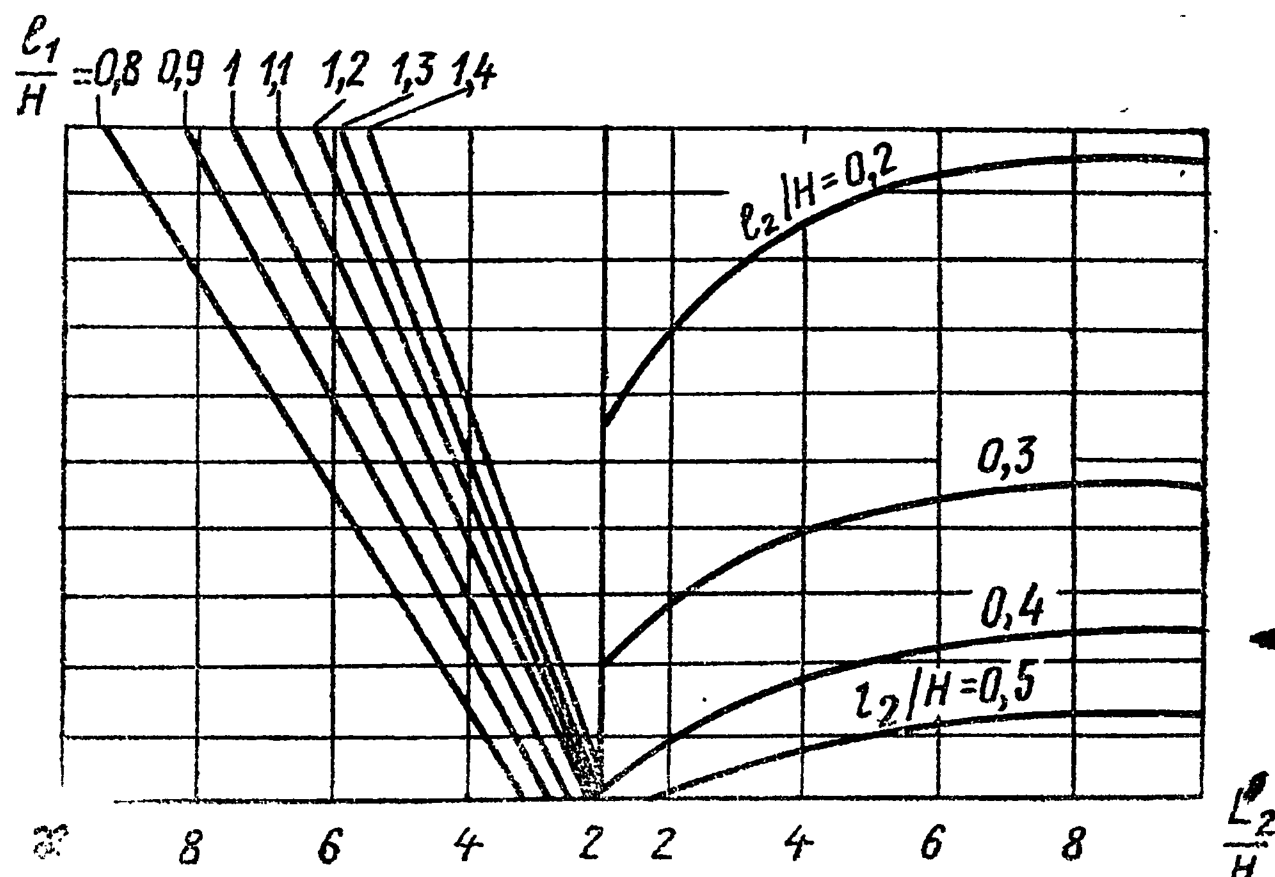


Рис. 17.12 Номограмма для определения максимальной относительной облученности $\varkappa$

Средняя облученность горизонтальной поверхности

$$E_{г\,ср} = E_{г\,макс}\left(1 - \frac{s}{2 \cdot 100}\right) = 99\left(1 - \frac{0,17}{2}\right) = 90,6 \text{ Вт/м}^2.$$

Средняя плотность облученности человека

$$E^{ф} = \frac{E_{г\,ср} F_{г}}{F_{р}} = \frac{90,6 \cdot 0,761}{1,6} = 43,1 \text{ Вт/м}^2,$$

$F_г = 0{,}761$ м² — площадь горизонтальной поверхности человека, которая подвергается облучению;

$F_р = 1{,}6$ м² — радиационная поверхность человека.

Коэффициент лучистой активности системы

$$k = 1 + \frac{E^{ф}}{a\,(t_в - t_н)} = 1 + \frac{43{,}1}{11\,(18 + 22)} = 1{,}098.$$

Общая мощность системы ИК-отопления

$$P_н = \frac{P}{k} = \frac{29{,}2}{1{,}098} = 26{,}6 \text{ кВт}.$$

Мощность одного излучателя $p = 26{,}6/38 = 0{,}7$ кВт и совпадает с мощностью излучателя № 4 по табл. 17.2.

При работе излучателей в помещении средняя плотность облученности человека

$$E_н = \frac{E^{ф}}{k} = \frac{43{,}1}{1{,}098} = 39{,}3 \text{ Вт/м}^2.$$

В помещении установится температура

$$t_п = \frac{t_в - t_н}{k} + t_н = \frac{18 + 22}{1{,}098} - 22 = 14{,}5° \text{ C}$$

Тепловое состояние человека будет оцениваться комфортной температурой

$$t_к = t_п + \frac{E_н}{a} = 14{,}5 + \frac{39{,}3}{11} \approx 18° \text{ C}.$$

В этих условиях облученность головы не должна превышать

$$E_г = a_г\,(t_{к.г} - t_п) = 10{,}2\,(18 + 2 - 14{,}5) = 56{,}1 \text{ Вт/м}^2.$$

Действительная плотность облученности головы

$$E^{ф}_г = \frac{E_{г\,макс}\,F_{г.г}}{kF_{р.г}} = \frac{99 \cdot 0{,}034}{1{,}098 \cdot 0{,}14} \approx 22 \text{ Вт/м}^2,$$

что меньше 56,1 Вт/м². Здесь $F_{г.г} = 0{,}034$ м² — горизонтальная поверхность лежащей головы, $F_{р.г} = 0{,}14$ м² — радиационная поверхность головы.

В рассмотренном помещении возможно эпизодическое отопление на время отдыха по выходным дням, а также локальное отопление части помещения.

Излучатели следует включать или выключать последовательными группами, чтобы не создавать слишком больших токов.

Мощность излучения «светлых» ИК-излучателей регулируют ступенчато отключением части излучателей. Мощность излучения «темных» ИК-излучателей можно регулировать, автоматически чередуя периоды включения и выключения источников излучения и изменяя продолжительность этих периодов.

Для быстрого нагрева закрытых помещений ИК-отопление включается на полную мощность, которая по мере нагревания помещения должна понижаться до рабочей мощности.

17.4. Лучисто-конвективное электроотопление

Лучисто-конвективное отопление осуществляется с помощью электроконвекторов, электрорадиаторов и электропечей типа ПТ.

Расчеты теплопотерь зданиями и размещение нагревателей не отличаются от изложенных в главах 11 и 12.

При выборе электрических нагревателей следует пользоваться заводскими паспортами и техническими данными, приведенными в приложении XVII.

17.5. Электровоздушное отопление

Электровоздушное отопление является частным случаем воздушного отопления и все изложенное в главе 15 в равной степени относится и к нему.

Особое внимание при проектировании, монтаже и эксплуатации электровоздушного отопления должно быть обращено на вопросы техники безопасности, изложенные в заводских инструкциях и паспортах.

Особенностью проектирования электровоздушного отопления является подбор электрокалориферов и электрокалориферных установок.

Подбор электрокалориферов типа СФО-25/1-Т-МО1—СФО-250/1-Т-МО1

По заданной производительности L и температурам воздуха $t_{вых}$ и $t_{вх}$ определяется расход тепла, ккал/ч, на нагрев воздуха

$$Q = L\gamma c\,(t_{вых} - t_{вх}).$$

Определяется потребляемая мощность, кВт, калорифера

$$N = \frac{Q}{864}$$

и предварительно выбирается ближайший по мощности электрокалорифер (табл. 17.5).

ТАБЛИЦА 17.5

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ЭЛЕКТРОКАЛОРИФЕРОВ

Характеристики	Марка электрокалориферов					
	СФО-25/1-Т-МО1	СФО-40/1-Т-МО1	СФО-60/1-Т-МО1	СФО-100/1-Т-МО1	СФО-160/1-Т-МО1	СФО-250/1-Т-МО1
Мощность, кВт	22,5	45	67,5	90	157,5	247,5
Максимальная температура воздуха, °C	100	100	100	100	100	100
Максимально допустимая температура на поверхности нагревателя, °C	180	180	180	180	180	180
Производительность, м³/ч	1600—2800	2400—4300	3300—5700	4500—9000	6600—12000	9800—18000
Площадь живого сечения калорифера	0,0556	0,0845	0,1140	0,1432	0,23	0,346
Перепад температуры воздуха, °C*	40—20	50—30	56—32	51—30	65—38	63—39

* Меньшей производительности по воздуху соответствует больший перепад температур.

Продолжение табл. 17.5

Характеристики	Марка электрокалориферов					
	СФО-25/1-Т-МО1	СФО-40/1-Т-МО1	СФО-60/1-Т-МО1	СФО-100/1-Т-МО1	СФО-160/1-Т-МО1	СФО-250/1-Т-МО1
Сопротивление калорифера по воздуху*, мм вод. ст.	15	15	25	25	30	35
Напряжение сети, В	380	380	380	380	380	380
Общее количество нагревателей, шт.	9	18	27	36	63	99
Масса калорифера, кг	24,5	38	53,5	76	108,3	168
Размеры рабочего пространства, мм:						
высота	524	524	524	524	524	524
ширина	190	325	460	595	1000	1540
глубина	240	240	240	240	240	240

* Данные указаны при температуре входящего воздуха +20° С.

ТАБЛИЦА 17.6

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭЛЕКТРОКАЛОРИФЕРНЫХ УСТАНОВОК

Характеристики	Марки электрокалориферных установок				
	СФОА-16/0,5ТЦ-М2/1	СФОА-25/0,5ТЦ-М2/1	СФОА-10/0,5ТЦ-М2/1	СФОА-60/0,5ТЦ-М2/1	СФОА-100/0,5ТЦ-М2/1
Номинальная мощность, кВт	15,75	23,25	46,5	69	94
То же, электрокалорифера, кВт	15	22,5	45	67,5	90
Напряжение, В	380	380	380	380	380
Частота, Гц	50	50	50	50	50
Число фаз	3	3	3	3	3
Число нагревательных секций	2	3	3	3	3
Схема соединения нагревателей	V-образная				
Производительность, м³/ч, при перепаде температуры нагреваемого воздуха, °С:					
40	1300	1600	3100	4200	6500
50	950	1480	2480	3580	5940
Максимально допустимая температура воздуха на выходе из установок, °С	50	50	50	50	50
Максимальная температура на оребрении нагревателей электрокалорифера, °С	Не более 180°				
Гидравлическое сопротивление, мм вод. ст.	15	15	25	Не более 25	Не более 30
Свободный напор, мм вод. ст.	35	35	65	85	70—80

Определяется скорость воздуха в живом сечении калорифера

$$v = \frac{L}{3600\,F_{ж}}.$$

Гидравлическое сопротивление, мм вод. ст., определяют по формуле:

$$P = \Sigma\xi\,\frac{v^2}{2g}\,\gamma,$$

где $\Sigma\xi$ — сумма коэффициентов местных сопротивлений, отнесенная к скорости v и принимаемая равной 1,4—2.

Далее проверяется возможность работы на выбранной скорости с учетом минимальных значений скоростей воздуха в зависимости от температуры входящего воздуха $t_{вх}$ и максимально допустимой температуры нагрева воздуха для целей отопления (до 70° С).

Для нагрева воздуха в системах вентиляции и отопления сельскохозяйственных помещений, среда которых может быть повышенной влажности и содержать агрессивные примеси в следующих концентрациях: аммиак — 0,03, сероводород — 0,03 и углекислый газ — 14,7 г/м³, рекомендуются электрокалориферные установки серии СФОА (табл. 17.6).

Установки СФОА могут также использоваться для нагрева воздуха в системах вентиляции и отопления

...мышленных и любых других зданий, а также для ...тительно-рециркуляционных целей в помещениях, не ...держащих агрессивных компонентов.

Глава 18. ОСОБЕННОСТИ ОТОПЛЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

18.1. Животноводческие помещения

При проектировании систем отопления животноводческих помещений расчетную наружную температуру воздуха следует принимать по параметрам «Б» главы СНиП II-А.6-71.

Температура внутреннего воздуха в помещениях для содержания животных приведена в табл. 18.1.

ТАБЛИЦА 18.1

ТЕМПЕРАТУРА ВНУТРЕННЕГО ВОЗДУХА В ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЯХ

Животноводческие помещения	Температура внутреннего воздуха, °С
Для крупного рогатого скота:	
родильное отделение	18
коровники для привязного и беспривязного содержания	10
профилактории	20
телятники:	
для выращивания и доращивания	16
для откорма	12
Для свиней:	
холостых, легкосупоросных маток и хряков-производителей	14
глубокосупоросных маток	18
подсосных маток с поросятами:	
в первую неделю жизни	30
во вторую — четвертую неделю жизни	24
свиноматок	18
поросят-отъемышей	22
для откорма	18
Для овец:	
ягнят	10
овцематок	6

Уравнение теплового баланса животноводческого помещения в алгебраической форме может быть записано:

$$Q_ж + Q_{огр} + Q_{исп} + Q_{инф} + Q_{вент} + Q_{от} = 0, \quad (18.1)$$

где $Q_ж$ — теплопоступления от животных, ккал/ч;

$Q_{огр}$ — теплопотери через ограждающие конструкции, ккал/ч;

$Q_{исп}$ — тепло, необходимое на испарение жидкости со смоченных поверхностей, ккал/ч;

$Q_{инф}$ — тепло, необходимое на нагрев инфильтрующегося в помещение наружного воздуха, ккал/ч;

$Q_{вент}$ — тепло, необходимое на нагрев вентиляционного воздуха, подаваемого в помещение для поддержания в нем предельно допустимых концентраций вредностей, ккал/ч;

$Q_{от}$ — тепло подаваемое системой отопления для обеспечения заданной внутренней температуры в помещении для поддержания теплового баланса, ккал/ч

Количество тепла, поступающего в помещение от животных, определяется по формуле

$$Q_{ж\cdot явн} = n\,q\,K_1\,K_2\,K_3, \quad (18.2)$$

где n — расчетное количество животных в помещении;

q — количество тепла, выделяемого одним животным, ккал/ч (табл 18.2);

K_1 — коэффициент изменения тепловыделений животного в зависимости от температуры воздуха в помещении (рис. 18.1);

K_2 — коэффициент, учитывающий фактическое количество животных в помещении по сравнению с расчетным (для крупного рогатого скота $K_2 = 0{,}9$, для свиней $K_2 = 0{,}8$);

K_3 — коэффициент, учитывающий тепловыделения животных в состоянии покоя (в ночное время); для крупного рогатого скота и свиней $K_3 = 0{,}8$.

При составлении теплового баланса животноводческого помещения расчетным периодом следует считать ночное время.

При расчете теплообмена животного с окружающей средой следует иметь в виду, что температура поверхности тела животного зависит от температуры окружающего воздуха (рис. 18.2).

При расчете лучистого теплообмена животного с внутренними поверхностями окружающих конструкций следует учитывать, что в теплообмене участвует не вся поверхность тела, а лишь часть ее. Расчетная поверхность тела животного $F_п$, м², определяется по формуле

$$F_п = K\,F_ж,$$

где K — часть общей поверхности тела животного, участвующая в теплообмене (для коров и свиней в положении стоя $K = 0{,}8$);

$F_ж$ — общая поверхность тела животного.

Для коров:

$$F_ж = 10{,}5\,P^{2/3};$$

для свиней:

$$F_ж = 9{,}2\,P^{2/3},$$

где P — живая масса животного, т.

ТАБЛИЦА 18.2

КОЛИЧЕСТВО ТЕПЛА, ВЫДЕЛЯЕМОГО ЖИВОТНЫМИ

Вид животного	Живая масса, кг	Тепловыделения, ккал/ч	
		общие	явные
Крупный рогатый скот:			
коровы стельные, нетели за два месяца до отела	300 400 600 800	600 790 920 1090	440 550 670 780
Коровы с уровнем лактации, л: 5	300 400 500 600	600 710 800 920	430 520 580 660
10	300 400 500 600	640 760 860 960	470 550 620 690
15	300 400 500 600	740 870 960 1040	540 630 700 760
волы откормочные	400 600 800 1000	930 1130 1350 1600	670 820 980 1160
Телята в возрасте: до месяца	30 40 50 80	100 140 170 260	70 100 120 180
от одного до трех месяцев	40 60 100 130	150 210 280 390	110 150 200 280
от трех до четырех месяцев	90 120 150 200	240 360 380 500	180 260 280 370
молодняк в возрасте от четырех месяцев и старше	130 180 250 350	320 480 500 650	230 350 360 480
Свиньи:			
хряки-производители	100 200 300	300 380 520	210 280 370
матки холостые и супоросные первых трех месяцев	100 150 200	240 280 320	180 200 250
матки супоросные свыше трех месяцев	100 150 200	290 340 380	200 250 280
матки подсосные с поросятами	100 150 200	580 660 770	420 480 560
поросята в возрасте до трех месяцев	15	110	80
ремонтный и откормочный молодняк	50 60 80 90 100	180 220 260 270 290	130 160 190 200 210
взрослые свиньи на откорме	100 200 300	320 420 550	230 310 400
Овцы:			
бараны	50 80 100	170 220 240	120 160 170
матки холостые	40 50 60	150 170 180	110 120 130
матки суягные	40 50 60	150 170 180	110 120 130
матки подсосные с приплодом двух ягнят	40 50 60	290 320 350	210 230 250
молодняк	20 30 40	100 110 140	70 80 100

Примечание. В таблице приведены значения тепловыделений животных при температуре внутреннего воздуха в помещении $t_в = 10$ °C.

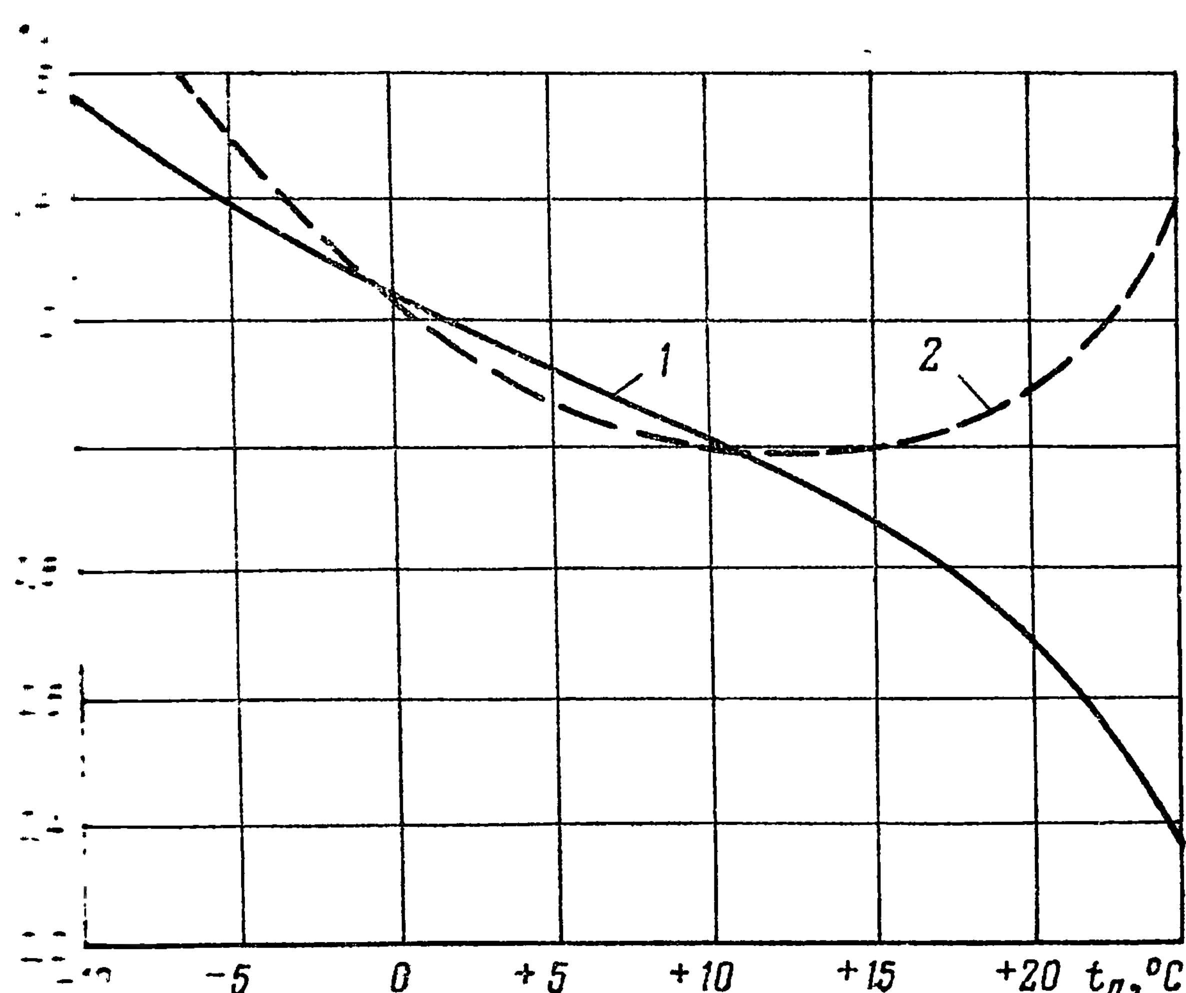


Рис. 18.1. Зависимость коэффициента K_1 от температуры воздуха в помещении

1 — для коров; 2 — для свиней

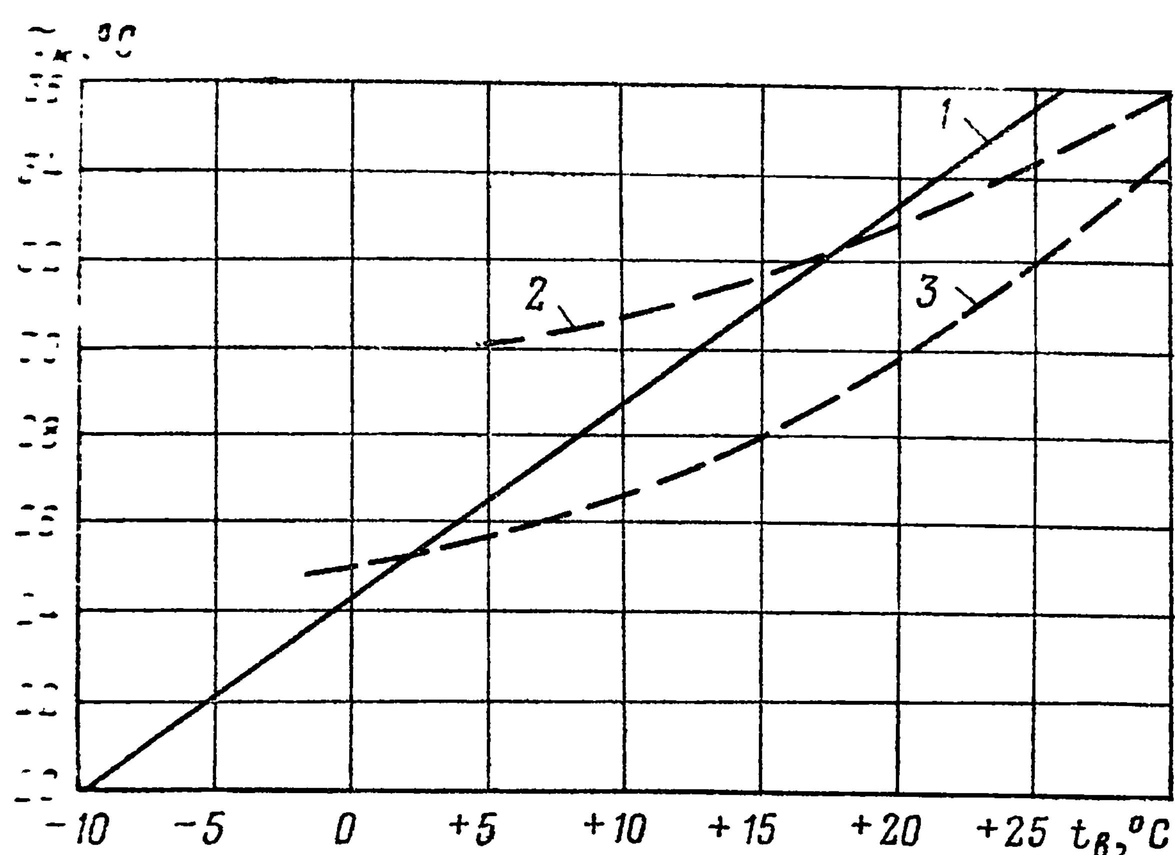


Рис. 18.2. Зависимость температуры тела животного от температуры окружающего воздуха

1 — для коров; 2 — для свиней живой массой более 50 кг; 3 — для свиней живой массой менее 50 кг

При расчете теплопотерь через ограждающие конструкции температуру внутреннего воздуха в помещении следует принимать:

а) для стен и полов—расчетную в зоне размещения животных;

б) для перекрытий и покрытий

$$t_{в(п)} = t_в + (0,8 \div 1,0)\,h,$$

где h — высота помещения, м.

Термические сопротивления ограждений (стен, покрытий, перекрытий и ворот) должны обеспечить такую температуру на внутренней поверхности ограждений, а следовательно, и среднюю радиационную температуру в помещении, при которой лучистый теплообмен животного или отдельных частей поверхности его тела с ограждающими конструкциями не превышал бы конвективной теплоотдачи, т. е. чтобы животное не ощущало местного переохлаждения отдельных частей тела. Разность температуры воздуха в помещении и поверхности стены не должна превышать 3° С, а температуры воздуха и поверхности покрытия — 2,5° С.

Температура поверхности пола помещения для содержания животных и уровень его теплоусвоения должны обеспечивать теплоотдачу животного в лежачем положении не более 5% общей. Максимальный период охлаждения животного должен быть не более 10 мин. Пристенную зону пола необходимо дополнительно утеплять так, чтобы разность температуры зоны пребывания животных и поверхности пола была не более 1,5 °С.

Количество тепла, которое должна подать система отопления в помещение, определяется как разность расхода и поступления тепла при расчетной наружной отопительной температуре $t_н$ и температуре в зоне пребывания животных, соответствующей их максимальной продуктивности $t_в$. При этом концентрации вредностей не должны превышать максимально допустимых.

Наибольшее распространение в животноводческих помещениях имеют системы воздушного отопления, совмещенные с подачей свежего приточного воздуха. Параметры воздуха и схема подачи его в помещение определяются количеством тепла $Q_{от}$, конструктивными особенностями помещения, технологией содержания животных и другими факторами, зависящими от конкретных условий.

Системы центрального водяного отопления с различными нагревательными приборами (радиаторы, регистры, бетонные панели) устраивают в помещениях для молодняка или в помещениях, где предельная степень нагрева воздуха не обеспечивает необходимого количества тепла. Максимальная температура воздуха, подаваемого системой воздушного отопления, не должна превышать 70 °С, а максимальная температура поверхности нагревательных приборов 95 °С. Приборы следует устанавливать так, чтобы животные не могли соприкасаться с ними.

В животноводческих помещениях могут применяться локальные системы отопления. Так, в помещениях для молодняка возможно устройство электрообогреваемых полов или инфракрасных излучателей различного типа в виде электрических ламп накаливания. Эти системы обычно применяются в сочетании с другими системами отопления и являются дополнительным средством местного обогрева животных.

В помещениях для содержания животных все большее применение находит газовое отопление с помощью горелок инфракрасного излучения (ГИИ), работающих как на природном, так и на сжиженном (пропан-бутан) газе.

Горелки должны быть оборудованы специальными отсосами вытяжной вентиляционной системы.

Основным показателем работы системы отопления с горелками инфракрасного излучения является плотность облученности животных.

Количество горелок, необходимых для отопления помещения, определяется по формуле

$$n_г = \frac{Q_{от}}{Q_{гор}},$$

где $Q_{гор}$ — номинальная тепловая нагрузка горелки.

Рассчитанное количество горелок должно быть размещено в помещении таким образом, чтобы облученность животных не превышала норм, приведенных в табл. 18.3.

ТАБЛИЦА 18.3

НОРМЫ ОБЛУЧЕННОСТИ ЖИВОТНЫХ

Вид животного	Норма облученности, ккал/(м²·ч)
Телята	100—150
Поросята в возрасте от 1 месяца	150—180
То же, выше одного месяца	100—150
Свиноматка	80—100

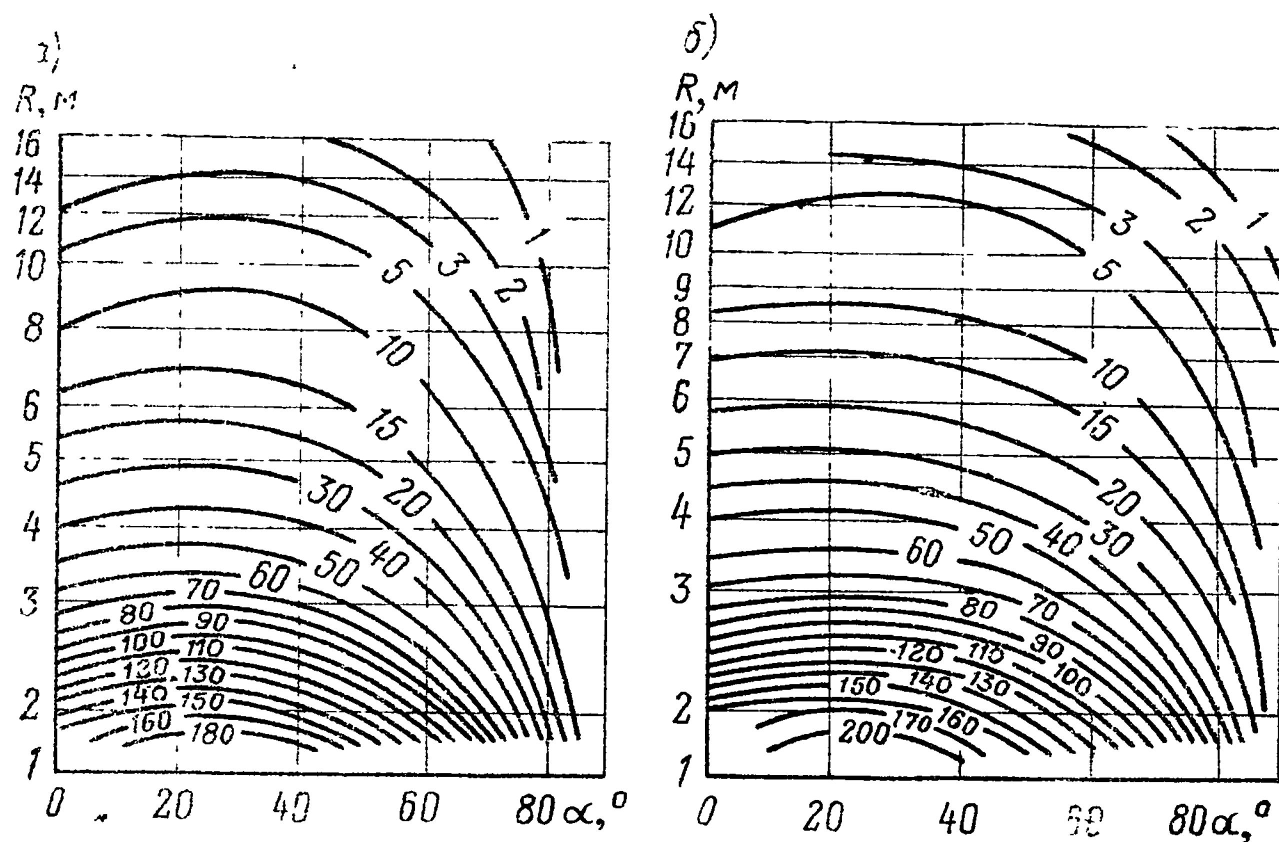


Рис. 18.3. Номограмма для определения плотности облученности, ккал/(м²·ч), создаваемой ГИИ с керамической (*а*) и металлокерамической (*б*) насадками площадью 500 см²

Облучённость, создаваемая одной горелкой инфракрасного излучения, определяется по номограммам (рис. 18.3). На номограмме цифры на кривых — облученность, ккал/(м²·ч); R — расстояние от поверхности насадок ГИИ до точки, в которой определяется облученность; α — пространственный угол между нормалью к плоскости излучающей насадки и направлением на точку, в которой определяется плотность облученности.

В табл. 18.4 приведены рекомендации по применению систем отопления в животноводческих помещениях различного назначения.

ТАБЛИЦА 18.4

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ

Животноводческие помещения	Система отопления	
	основная	дополнительная
Коровники	Воздушного, совмещенного с приточной вентиляцией	—
Родильные отделения	То же	Водяного Электрообогреваемые полы Газовые излучатели — ГИИ
Телятники	»	Инфракрасные излучатели — электрические лампы накаливания, газовые излучатели — ГИИ
Свинарники-маточники	»	Электрообогреваемые полы Инфракрасные излучатели — электрические лампы накаливания, газовые излучатели — ГИИ
Свинарники-откормочники	»	—
Овчарни	Без отопления	

18.2. Птицеводческие помещения

Системы отопления птицеводческих помещений должны обеспечивать заданные температурные режимы в условиях стационарного теплового баланса при расчетной наружной температуре.

Расчетные параметры наружного воздуха следует принимать по параметрам Б главы СНиП II-А.6-71.

В холодный период года температура внутреннего воздуха в помещениях для содержания птиц зависит от вида птиц и их возраста (табл. 18.5).

Приведенную в таблице температуру система отопления должна обеспечивать в зоне размещения птиц в холодный период года. Зоной размещения птиц при напольном содержании является припольная зона высотой 0,4 м от пола, при клеточном содержании — пространство на всю высоту клеточных батарей.

В помещениях для содержания молодняка следует предусматривать зоны обогрева локальными системами отопления с температурой, °С:

кур в возрасте от 1 до 30 дней	35—22
индеек в возрасте от 1 до 20 дней	35—22
уток в возрасте от 1 до 10 дней	26
» » » » 11 » 30 »	26—22

Одной из особенностей температурно-влажностного режима птичников является поддержание относительной влажности воздуха в помещении на уровне 60—70%.

При составлении теплового баланса птицеводческого помещения следует принимать в расчет теплопоступления от птиц, находящихся в этом помещении.

Количество тепла, выделяемое птицами, определяется по формуле

$$Q_{пт} = nPq\,K_1\,K_2\,K_3, \qquad (18.4)$$

где n — расчетное число голов птиц;

P — масса одной головы птицы, кг;

q — тепловыделения птиц, ккал/(ч·кг) (табл. 18.6);

ТАБЛИЦА 18.5

[illegible]ТРЫ ВНУТРЕННЕГО ВОЗДУХА В ПОМЕЩЕНИЯХ ДЛЯ ПТИЦ

[illegible] возраст птицы	Температура воздуха, °С, в помещении при содержании птиц	
	напольном	клеточном
[illegible] птицы:		
[illegible]	12—16	16
[illegible]	12—16	—
[illegible]	7—14	—
[illegible]	7	—
[illegible] птицы:		
[illegible] в возрасте:		
[illegible] до 30 дней	22	24
[illegible] » 60	18	20
[illegible] » 70	16—18	18
[illegible] 61 дня	14—16	16
[illegible] в возрасте:		
[illegible] до 20 дней	22	24
[illegible] » 120 »	20—18	—
[illegible] 121 дня	16	—
[illegible] в возрасте:		
[illegible] до 10 дней	22	26
[illegible] » 30 »	20	—
[illegible] » 55 »	14	—
[illegible] 55 »	7—14	—

K_1 — поправочный коэффициент на тепловыделения в ночное время; его следует принимать равным 0,6;

K_2 — поправочный коэффициент на изменение внутренней температуры птичника по отношению к оптимальной (табл. 18.7);

K_3 — коэффициент заполнения птичника, т. е. отношение фактического количества голов птиц, находящихся бо́льшую часть времени в птичнике, по отношению к расчетному; он может быть принят равным 0,85 — 0,9.

[illegible]ри составлении теплового баланса следует учиты[illegible] количество тепла, которое идет на испарение вла[illegible] помета, а также из глубокой подстилки, если она [illegible]ется.

Тепло, необходимое на испарение влаги из помета, [illegible]деляется по формуле

$$Q_{исп} = 585 \frac{np_п}{24} z, \qquad (18.5)$$

[illegible] n — число голов птицы;

$p_п$ — выход помета от одной птицы, кг/сутки (табл. 18.8);

z — степень усушки помета, принимается равной 0,7.

В птицеводческих помещениях следует предусмат[illegible]вать, как правило, воздушное отопление, совмещенное [illegible]риточной вентиляционной системой. Количество теп[illegible], подаваемого такой системой, определяется тепловым [illegible]лансом помещения. В помещениях для молодняка [illegible], а также в других помещениях при соответству[illegible]щем обосновании возможно применение систем цент[illegible]льного водяного отопления с чугунными секционными [illegible]гревательными приборами или приборами в виде ре[illegible]стров из гладких труб. Температура поверхности на[illegible]рева приборов не должна превышать 95 °С. Нагрева[illegible]льные приборы и трубопроводы систем отопления [illegible]олжны быть укрыты. К нагревательным приборам дол[illegible]жен быть доступ для очистки их от загрязнения.

Теплоснабжение птицеводческих помещений осуществляется от тепловых сетей ТЭЦ, районных или групповых котельных, а также от индивидуальных котельных или объектных генераторов тепла типа ТГ-1, ТГ-2,5.

Для обогрева молодняка птиц младшего возраста применяют системы локального отопления. Такими системами могут быть электрические брудеры или газовые инфракрасные излучатели.

Для выращивания молодняка птиц (цыплят, индюшат, утят, гусят и цесарят) применяются электробрудеры с лампами ЭС-3, ИКЗ и другими ИК-источниками.

ТАБЛИЦА 18.6

ТЕПЛОВЫДЕЛЕНИЕ ПТИЦ

Виды и возрастные группы птиц	Живая масса P, кг	Тепловыделения на 1 кг живой массы, ккал/(кг·ч)	
		$q_{общ}$	$q_{явн}$
Взрослые птицы:			
куры при клеточном содержании	1,5—1,7	9,8	6,8
при напольном содержании:			
куры яичных пород	2	11,3	7,9
» мясных »	1,8	10,3	7,2
индейки	1,7	9,6	6,7
утки	1,2	6,2	4,8
Молодняк птицы:			
куры яичных пород в возрасте:			
от 1 до 10 дней	0,06	15,6	13,5
» 11 » 30 »	0,25	12,7	8,8
» 31 » 60 »	0,6	10,5	7,4
» 61 » 150 »	1,3	9,7	6,8
» 151 дня и выше	1,6	9,2	6,4
куры мясных пород в возрасте:			
от 1 до 10 дней	0,08	15,6	12,9
» 11 » 30 »	0,35	11,8	8,1
» 31 » 60 »	1,2—1,4	10,4	7,2
» 61 » 150 »	1,8	9,6	6,7
» 150 дней и выше	2,5	8,8	6
индейки в возрасте:			
от 1 до 10 дней	0,1	13,5	10,5
от 11 до 30 дней	0,6	12,2	8,4
» 31 » 120 »	4	9,2	6,4
» 121 дня и выше	6	8,6	6
утки в возрасте:			
от 1 до 10 дней	0,3	20,1	14
» 11 » 30 »	1	14,5	10,1
» 31 » 55 »	2,2	6,9	4,8
» 56 дней и выше	3	5,7	4

Примечание. Приведенные в таблице значения тепловыделений относятся к конечному возрасту птицы.

ТАБЛИЦА 18.7

КОЭФФИЦИЕНТ K_2

Температура воздуха в помещении, °С	Значение K_2	
	для взрослых птиц	для молодняка
4	1,15	—
8	1,1	—
12	1,05	—
16	1	—
20	0,95	1,05
24	0,92	1
28	0,9	0,95
32	0,85	0,92
36	0,8	0,8

ТАБЛИЦА 18.8

ВЫХОД ПОМЕТА ОТ ПТИЦ

Виды птиц	Выход помета от одной птицы, кг/сутки
Куры яичных пород	0,24
» мясных »	0,29
Индейки	0,43
Утки	0,55
Молодняк кур в возрасте:	
от 1 до 30 дней	0,3
» 31 » 70 »	0,8
» 71 » 180 »	0,12
» 181 дня и выше	0,21

ИК-брудер с лампами ИК-3 (рис. 18.4) состоит из конусообразного корпуса *1*, пяти инфракрасных ламп *2* мощностью 250 Вт, терморегулятора *3*, электромагнитного реле *4* типа ЭП-41, клеммной колодки *5*, пакетного выключателя *6* и устройства для подвески брудера *7*. Он рассчитан на выращивание 500 цыплят до месячного возраста. В процессе эксплуатации брудер подвешивается к потолку птичника на стальном тросе диаметром 5 мм и заземляется.

Регулирование температурного режима в зоне обогрева цыплят осуществляется по схеме, показанной на рис. 18.5. Контролером служит датчик температуры ДТ, который состоит из мембраны, заполненной эфиром, и малогабаритного микропереключателя типа МИЗ.

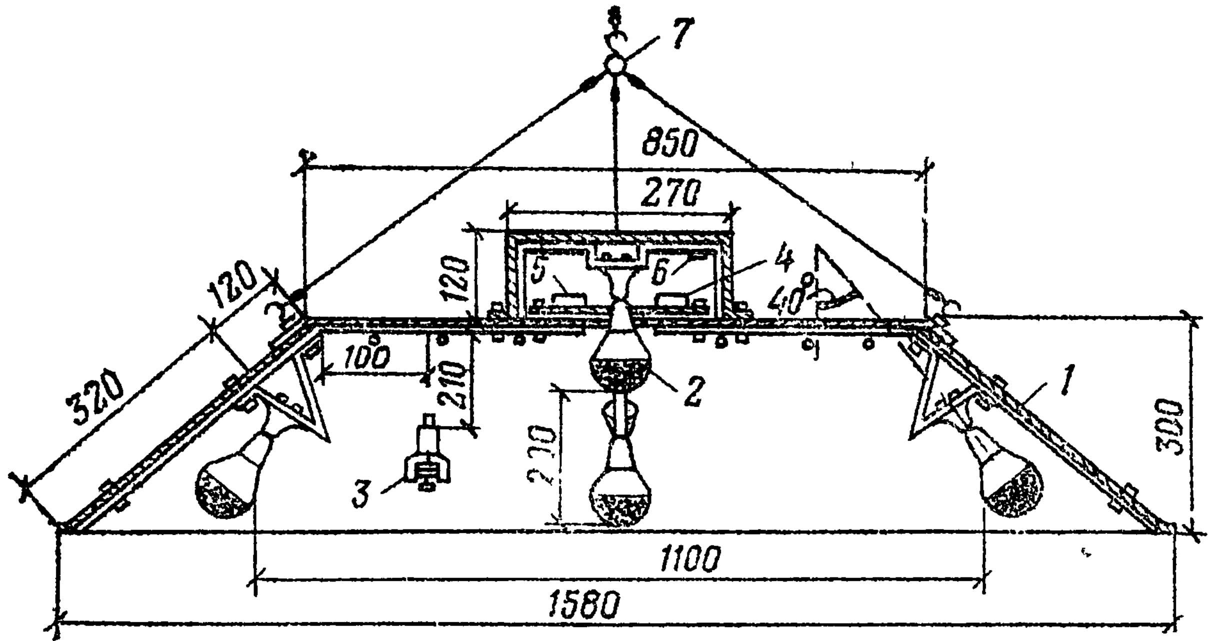


Рис. 18.4. Схема электробрудера

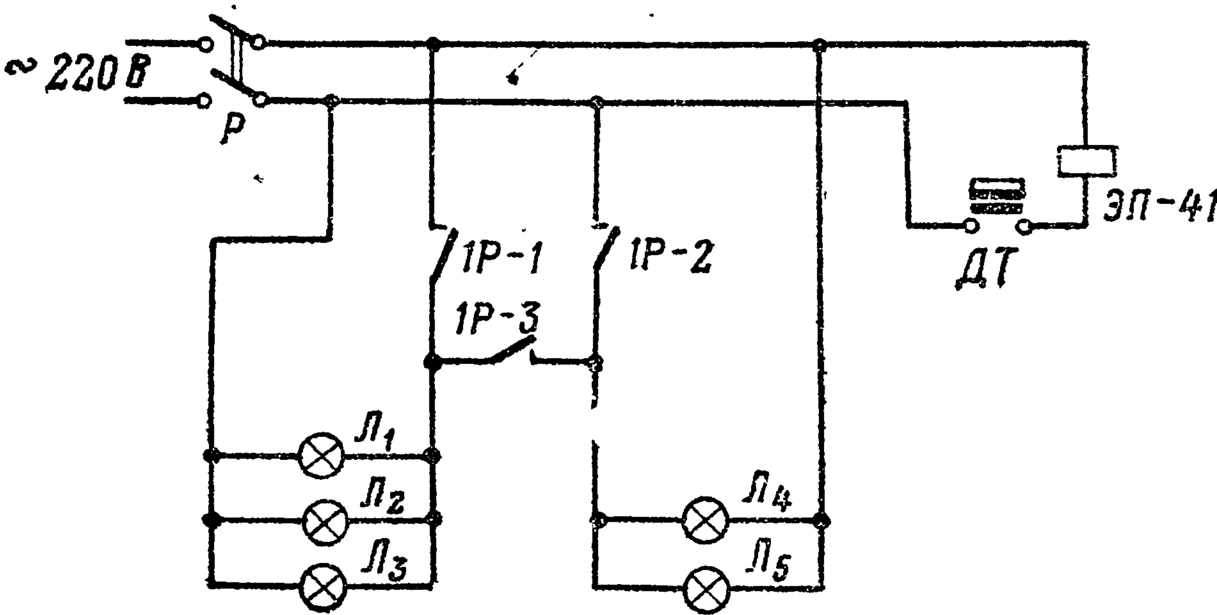


Рис. 18.5. Принципиальная электрическая схема электробрудера

Если температура в зоне облучения увеличивается по отношению к заданной, датчики температуры ДТ включают электромагнитное реле ЭП-41, которое с помощью контактов 1Р-1, 1Р-2 и 1Р-3 переключают лампы последовательно.

Инфракрасные лампы при этом работают на пониженном накале, в результате чего и снижается интенсивность излучения. При уменьшении температуры в зоне обогрева происходит обратное включение ламп на полный накал.

Для обогрева молодняка птиц могут применяться и отдельные ИК-лампы, оборудованные защитной арматурой. Над зоной обогрева может быть установлено несколько облучателей. Интенсивность облучения определяется высотой подвеса ламп.

Расчет системы отопления ИК-лампами сводится к определению количества горелок, исходя из общей тепловой нагрузки, и выбору способа расположения их в помещении.

Горелки в помещении должны располагаться таким образом, чтобы облученность птиц не превышала норм, приведенных в табл. 18.9.

Рекомендуемые системы отопления птичников приведены в табл. 18.10.

ТАБЛИЦА 18.9

НОРМЫ ОБЛУЧЕНИЯ ПТИЦ

Цыплята	Норма облучения, ккал/(м^2·ч)
В возрасте до 10 дней . . .	250—300
То же, от 10 до 30 дней . . .	150—250
То же, старше 30 » . . .	100—150

ТАБЛИЦА 18.10

СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ ПТИЧНИКОВ

Помещение	Система отопления	
	основная	дополнительная
Напольное содержание		
Цехи промышленного стада курнесушек Цехи маточного стада	Воздушного, совмещенного с приточной вентиляцией	—
Бройлерники и цехи ремонтного молодняка	Водяного	Воздушного
Клеточное содержание		
Цехи кур-несушек	Воздушного, совмещенного с приточной вентиляцией	—
Цехи выращивания цыплят	Водяного	Обогрев брудером Газовые излучатели — ГИИ

18.3. Культивационные сооружения для круглогодичного выращивания овощей

Культивационные сооружения бывают двух типов — парники и теплицы.

ТАБЛИЦА 18.11

РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ТЕМПЕРАТУРНО-ВЛАЖНОСТНЫЙ РЕЖИМ В СООРУЖЕНИЯХ ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА

Овощи	Температура воздуха, °С							Относительная влажность, %
	во время появления всходов	во время выращивания			в период плодоношения		в период закалки растения	
		пасмурно	солнечно	ночью	днем	ночью		
Огурцы, дыни, арбузы	17—18	22—25	27—30	17—18	25—30	18—20	13—15	Для огурцов 85—95, остальных 65—75
Томаты, баклажаны, перцы, кабачки, [illegible]	10—12	20—22	25—27	10—13	22—28	15—17	8—10	Для кабачков 65—75, остальных 50—60
Салат, сельдерей, шпинат, лук на зелень	8—9	17—18	20—26	8—12	—	—	7—5	70—80
Петрушка, укроп, щавель, [illegible]ушка на зелень	8—9	15—16	20—21	8—9	—	—	1	70—80
[illegible] капуста, [illegible]	6—7	12—13	16—18	7—8	—	—	1—3	65—75

Парники эксплуатируются в весенне-осенний период, а теплицы в зависимости от конструкции — в весенне-летне-осенний период или круглогодично.

Для овощей, выращиваемых в культивационных сооружениях, требуются различные температурные условия (табл. 18.11).

Для обеспечения заданных температурных условий в парниках могут быть использованы биотопливо, электрообогрев или системы центрального обогрева. Наиболее эффективны системы водяного обогрева с температурой теплоносителя 95—70 °С.

На рис. 18.6 показано расположение нагревательных трубопроводов в воздушном пространстве и грунте парника. На рис. 18.7 приведена принципиальная схема обогрева парникового квартала, состоящего из четырех парников I, II, III, IV, позволяющая раздельно регулировать теплоотдачу нагревательных трубопроводов, расположенных в воздушном пространстве и в грунте.

Количество тепла, которое должна подать система отопления в грунт и в воздушное пространство парника, определяется из уравнения теплового баланса

$$Q_{гр.тр} + Q_{возд.тр} + Q_{с.р} + Q_{рам} + Q_{дор} = 0, \quad (18.6)$$

где $Q_{гр.тр}$ — количество тепла, подаваемого нагревательными трубопроводами, расположенными в грунте, ккал/ч;

$Q_{возд.тр}$ — количество тепла, подаваемого нагревательными трубопроводами, расположенными в воздушном пространстве парника, ккал/ч;

$Q_{с.р}$ — теплопоступления от солнечной радиации, ккал/ч;

$Q_{рам}$ — теплопотери через рамы, ккал/ч;

$Q_{дор}$ — теплопотери через межпарниковые дорожки, ккал/ч.

Координаты заложения нагревательных трубопроводов в грунт должны быть выбраны с таким расчетом, чтобы температура корнеобитаемого слоя была равна температуре воздушного пространства, а температура поверхности грунта в точках над трубопроводами и между ними не отличалась больше чем на 1,5 °С.

Значение коэффициента теплопередачи рам следует принимать по табл. 18.12.

ТАБЛИЦА 18.12

ЗНАЧЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ *K* СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ УКРЫТИЙ ПАРНИКОВ

Конструкция укрытия	Значение *K*, ккал/(м²·ч·°С)
Одинарное остекление	5,1
Одинарное пленочное покрытие	5,0
Двойное пленочное покрытие .	3,65

За расчетную наружную температуру для парников принимают среднюю температуру самого холодного месяца периода эксплуатации.

Температурный режим теплицы, заданный культурооборотом, зависит от теплопоступлений и теплопотерь сооружения (рис. 18.8). На рисунке приняты следующие условные обозначения:

$Q_{с.р}$ — тепло солнечной радиации;

$Q_{с.р}^{т}$ — тепло солнечной радиации, поступившее в теплицу;

$Q_{отр}^{н}$ — тепло солнечной радиации, отраженное от покрытия;

$Q_{погл}$ — тепло солнечной радиации, поглощенное покрытием;

$Q_{отр}^{т}$ — тепло солнечной радиации, отраженное грунтом;

$Q_{гр}^{-}$ — тепло, поглощенное грунтом;

$Q_{гр}^{+}$ — тепло, отдаваемое грунтом;

$Q_{к.гр}$, $Q_{л.гр}$ — конвективное и лучистое тепло с поверхности грунта;

$Q_{исп.гр}$ — тепло испарения с поверхности грунта;

$Q_{к}^{п}$, $Q_{л}^{п}$, $Q_{конд}^{п}$ — конвективное, лучистое тепло и тепло конденсации на внутренней поверхности отражения;

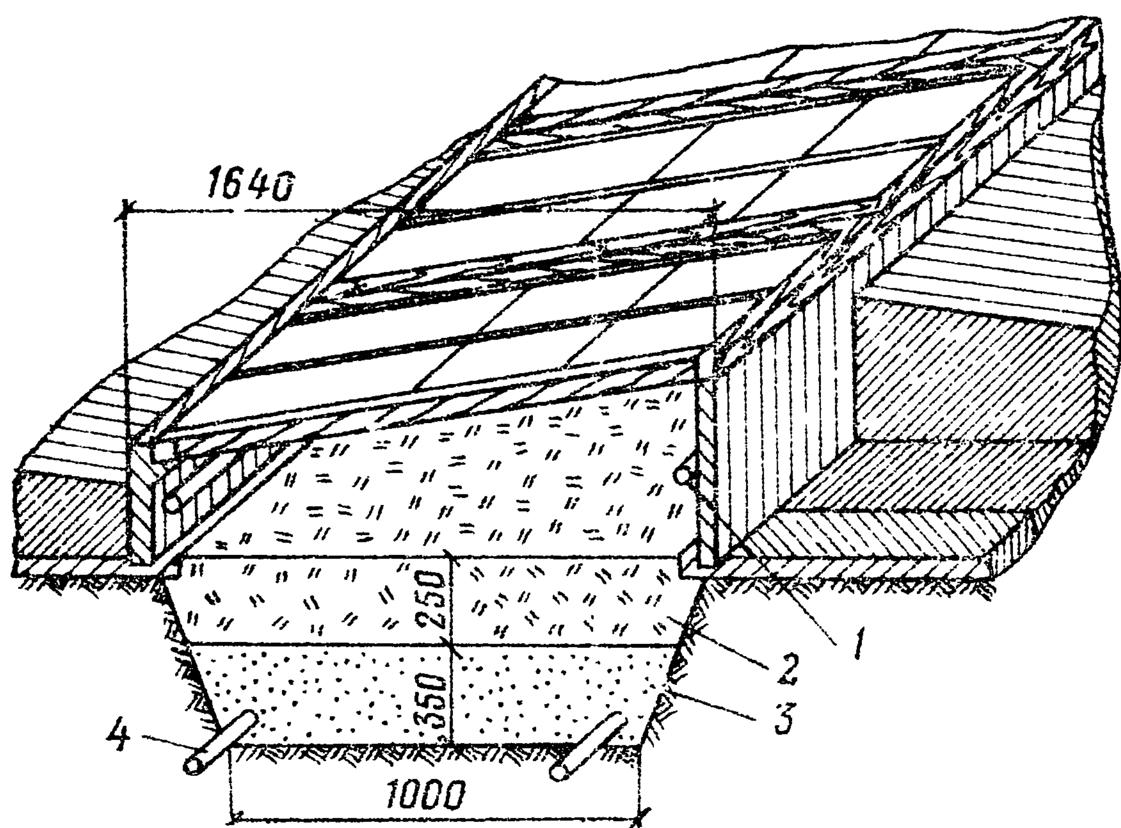


Рис. 18.6. Схема парника на водяном обогреве

1 — трубы надпочвенного обогрева, 2 — грунт; 3 — песок; 4 — трубы подпочвенного обогрева

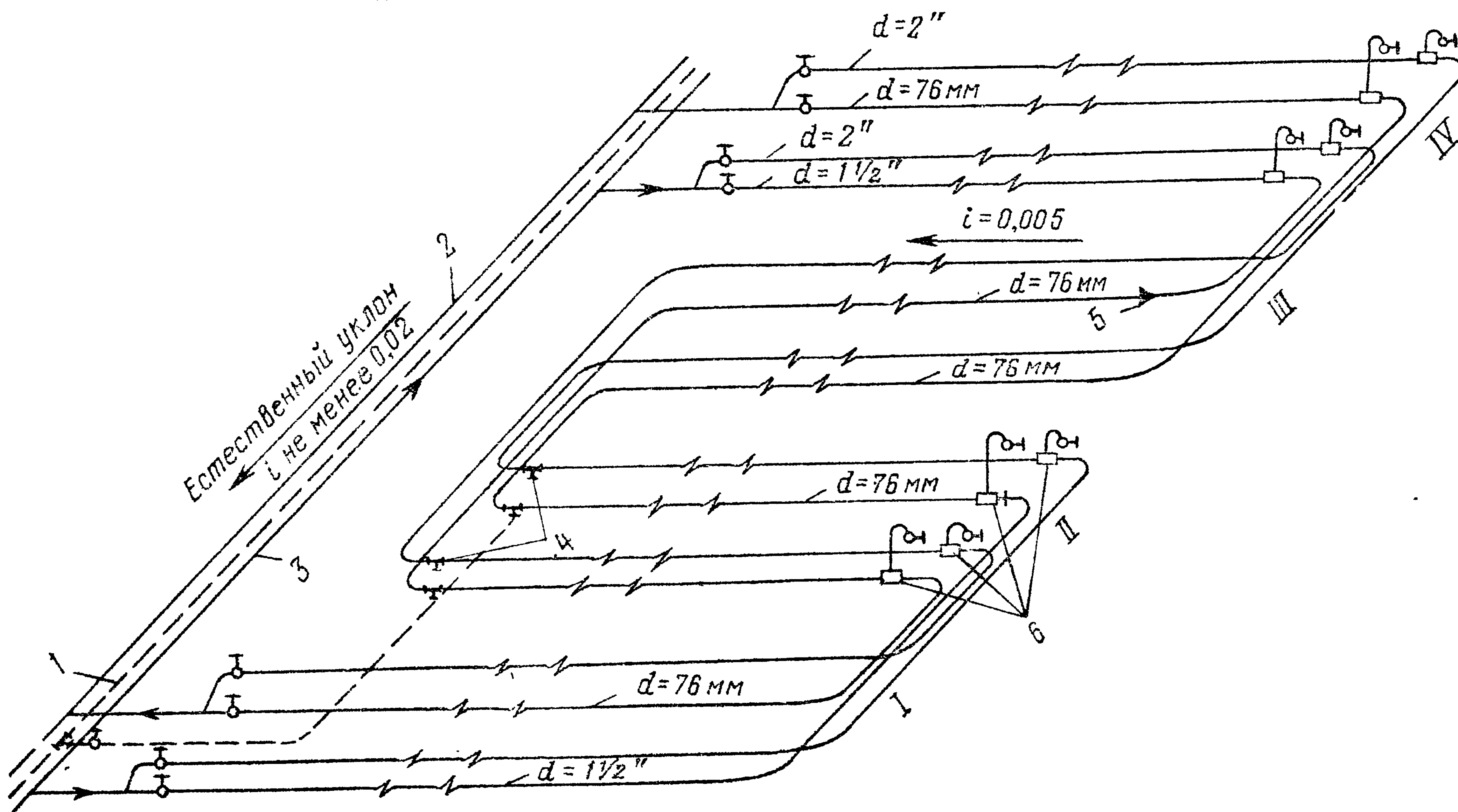


Рис. 18.7. Принципиальная схема системы обогрева парникового квартала

1 — дренажная линия; 2 — обратная магистраль; 3 — горячая магистраль; 4 — тройник с пробкой; 5 — переход; 6 — проточные воздухосборники

$Q_к^н$, $Q_л^н$ — конвективное и лучистое тепло на наружной поверхности;

$Q_{тп}$ — теплопотери через грунт;

$Q_к'$, $Q_л'$ — конвективное и лучистое тепло нагревательных приборов системы обогрева воздушного пространства;

$Q_{о.гр}$ — тепло системы обогрева грунта;

$Q_{стр}^е$, $Q_{стр}^и$ — тепло естественных и искусственных воздушных струй;

$Q_{стр}^н$ — тепло наружной струи;

$t_н$, $t_в$, $t_{гр}$ — температуры наружного, внутреннего воздуха и грунта;

$\tau_н$, $\tau_в$, $\tau_{гр}$ — температуры наружной, внутренней поверхности ограждения и поверхности грунта.

За расчетные параметры наружного воздуха в холодный период года принимаются параметры В по главе СНиП II-А.6-71 для сооружений круглогодичного использования, а для сооружений, эксплуатируемых весной, летом и осенью, принимается средняя температура наиболее холодного месяца периода эксплуатации, сниженная на половину максимальной суточной амплитуды температуры воздуха в районе постройки.

В теплицах круглогодичного назначения целесообразно проектировать системы водяного отопления с нагревательными приборами в виде регистров или змеевиков из гладких труб с температурой теплоносителя 95—70 °С.

В зависимости от назначения и конструкции теплицы могут быть запроектированы следующие системы обогрева.

1. Система обогрева грунта. В зависимости от района постройки нагревательные приборы могут быть расположены по всей площади растительного грунта или только по периметру теплицы.

2. Система надпочвенного обогрева. Нагревательные приборы располагаются в приземной и пригрунтовой зонах.

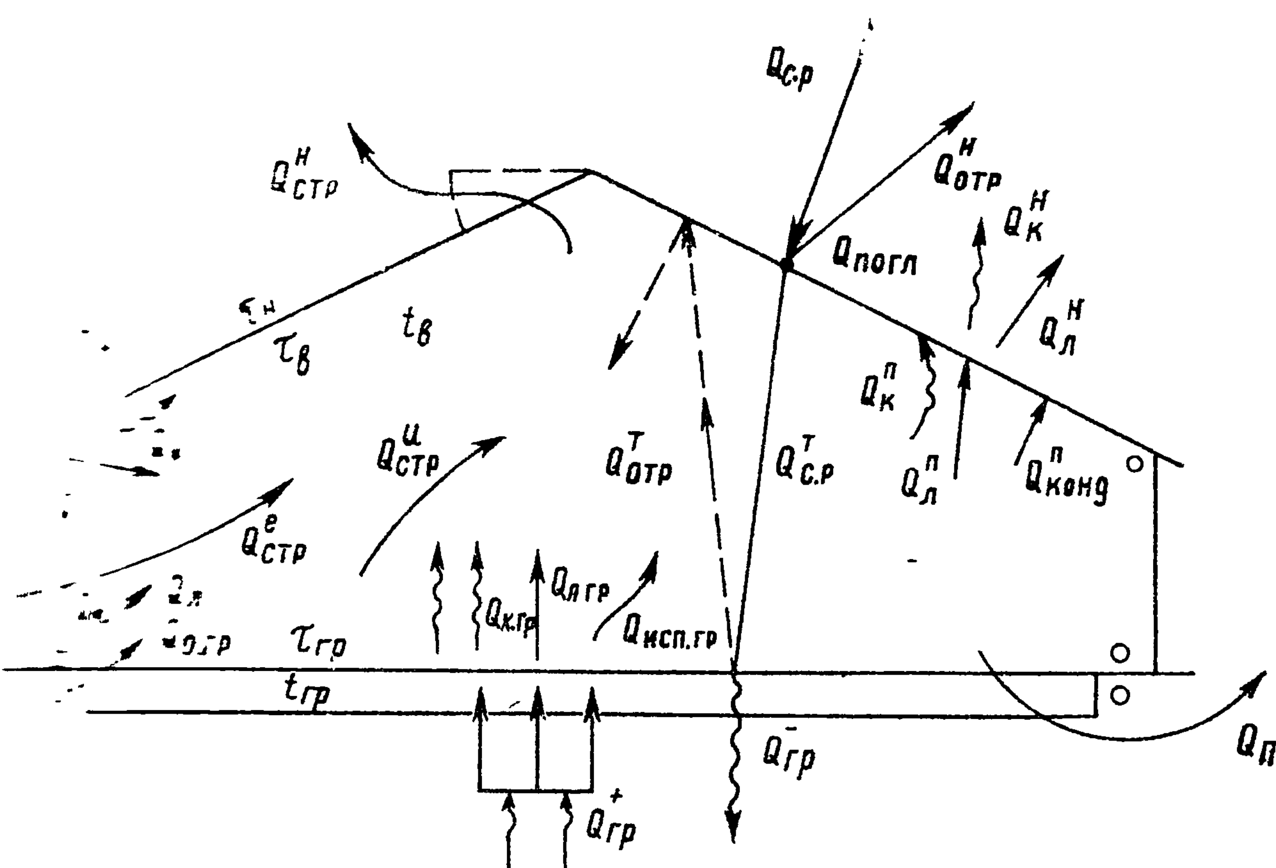


Рис. 18.8. Схема теплового баланса теплицы

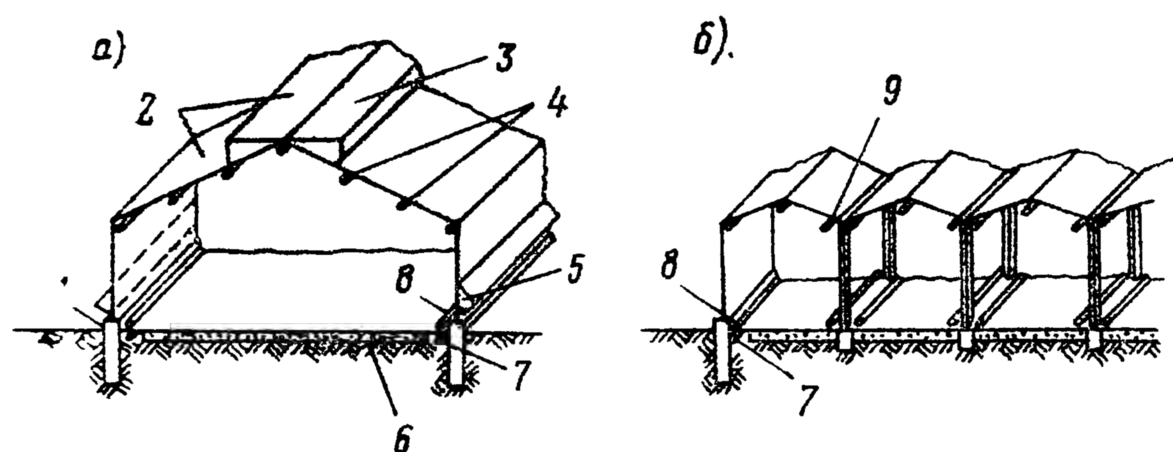


Рис. 18.9. Принципиальные схемы систем водяного обогрева теплиц

а — ангарной; *б* — блочной

— фундамент; *2* — светопрозрачные ограждения; *3* — верхняя фрамуга; *4* — система обогрева воздушного пространства; — нижняя фрамуга; *6* — грунт; *7* — система грунтового обогрева; *8* — система пристенного обогрева; *9* — система подлоткового обогрева

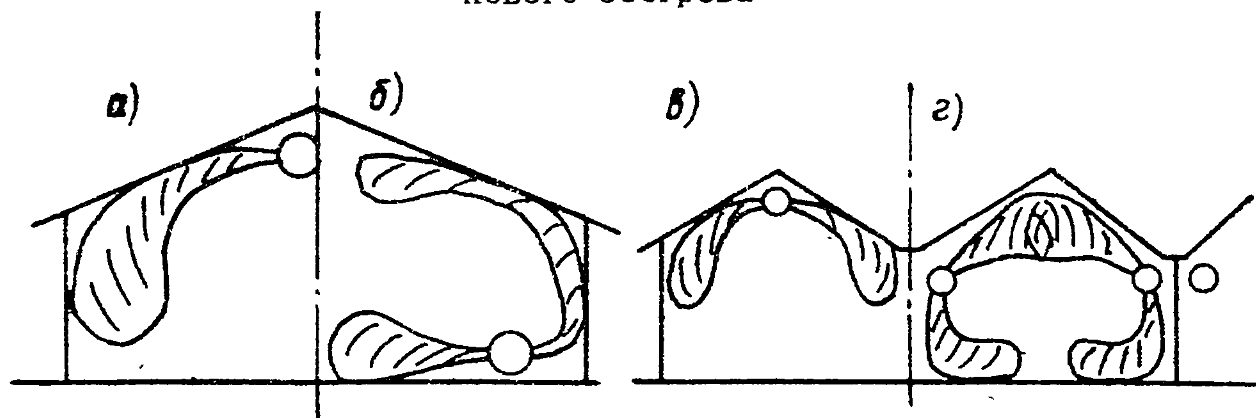


Рис. 18.10. Схемы расположения пленочных воздуховодов равномерной раздачи нагретого воздуха в теплицах

3. Система обогрева воздушного пространства. Нагревательные приборы должны быть расположены под наклонными светопрозрачными ограждениями.

4. Система подлоткового обогрева. Нагревательные приборы располагаются под лотками для подогрева лотков и таяния в них снега (рис. 18.9).

Для поддержания заданных температурных режимов в теплицах, особенно весенних, целесообразно устраивать воздушный обогрев с раздачей подогретого воздуха через полимерные пленочные перфорированные воздуховоды, расположенные в верхней (рис. 18.10, *а*, *в*), нижней (рис. 18.10, *б*) или средней (рис. 18.10, *г*) зонах теплицы.

Нагревательные устройства должны быть размещены в сооружении так, чтобы необходимая температура рабочего объема обеспечивалась при наименьших затратах тепла.

Температурный режим помещения, созданный комплексом систем обогрева, характеризуется критерием:

$$T = \frac{t_{р.о} - t_н}{t_в^{огр} - t_н}. \qquad (18.7)$$

Этот критерий показывает взаимосвязь температуры рабочего объема $t_{р.о}$, средневзвешенной температуры у внутренних поверхностей светопрозрачных ограждений $t_в^{огр}$ и наружной температуры $t_н$. Этот оценочный критерий может быть выявлен во время эксплуатации систем обогрева или при моделировании процесса в период проектирования.

Наиболее рациональной системой обогрева будет такая, которая при максимальном рабочем объеме теплицы будет иметь критерий, равный единице

Глава 19. ПЕЧНОЕ ОТОПЛЕНИЕ

19.1. Классификация печей[1]

Печи различают по следующим признакам:

По назначению:

а) отопительные;

б) отопительно-варочные (комбинированные), включая кухонные плиты квартирного типа и щитки при них.

По основным материалам:

а) кирпичные;

б) блочные из жароупорного бетона с арматурой;

в) металлические с футеровкой и без нее.

По теплоемкости:

а) теплоемкие с активным объемом 0,2 м³ и более, с внешними стенками толщиной в области топливника не менее 6 см, в прочих местах — не менее 4 см;

б) нетеплоемкие с активным объемом менее 0,2 м³ (в том числе переносные металлические, снабжаемые в некоторых случаях футеровкой толщиной до 6 см).

Активным объемом считается объем нагревающегося массива печи без вычета пустот. При этом высоту активного объема принимают от уровня колосниковой решетки или от дна нижнего газохода до верхней плоскости перекрыши при толщине последней не более 14 см или до ее нижней плоскости при толщине более 14 см.

По температуре нагрева стенок:

а) умеренного прогрева — с максимальной температурой в отдельных точках поверхности до 80—90 °С; к ним относятся так называемые «толстостенные» печи с толщиной стенок не менее 12 см (1/2 кирпича);

б) повышенного прогрева — с максимальной температурой в отдельных точках поверхности до 120 °С (при средней температуре всей поверхности до 90 °С); это «тонкостенные» печи со стенками толщиной 6,5—7 см (1/4 кирпича);

в) высокого прогрева — с температурой поверхности более 120 °С («нетеплоемкие» печи).

По длительности горения топлива:

а) кратковременного периодического продолжительностью от 1 до 3 ч (с загрузкой топлива 1—2 раза в сутки);

[1] Область применения печного отопления указана в табл. 10.1.

б) длительного (с загрузкой топлива 1—2 раза в сутки);

в) затяжного (за счет уменьшения подачи воздуха при топке антрацитом, коксом, тощим углем и опилками).

По этажности:

а) одноэтажные;

б) двухъярусные (с самостоятельными топливниками на каждом этаже).

По виду сжигаемого топлива:

а) для дров.

б) для твердого топлива других видов.

19.2. Краткие сведения о рекомендуемых печах

А. ТЕПЛОЕМКИЕ ПЕЧИ

В топливниках большинства теплоемких печей (табл. 19.1 — 19.8) используют для сжигания твердое топливо всех видов. Исключением являются лишь варочные камеры русских печей, не допускающие сжигания угля, и печи длительного горения, работающие только на антраците, брикетах или коксе.

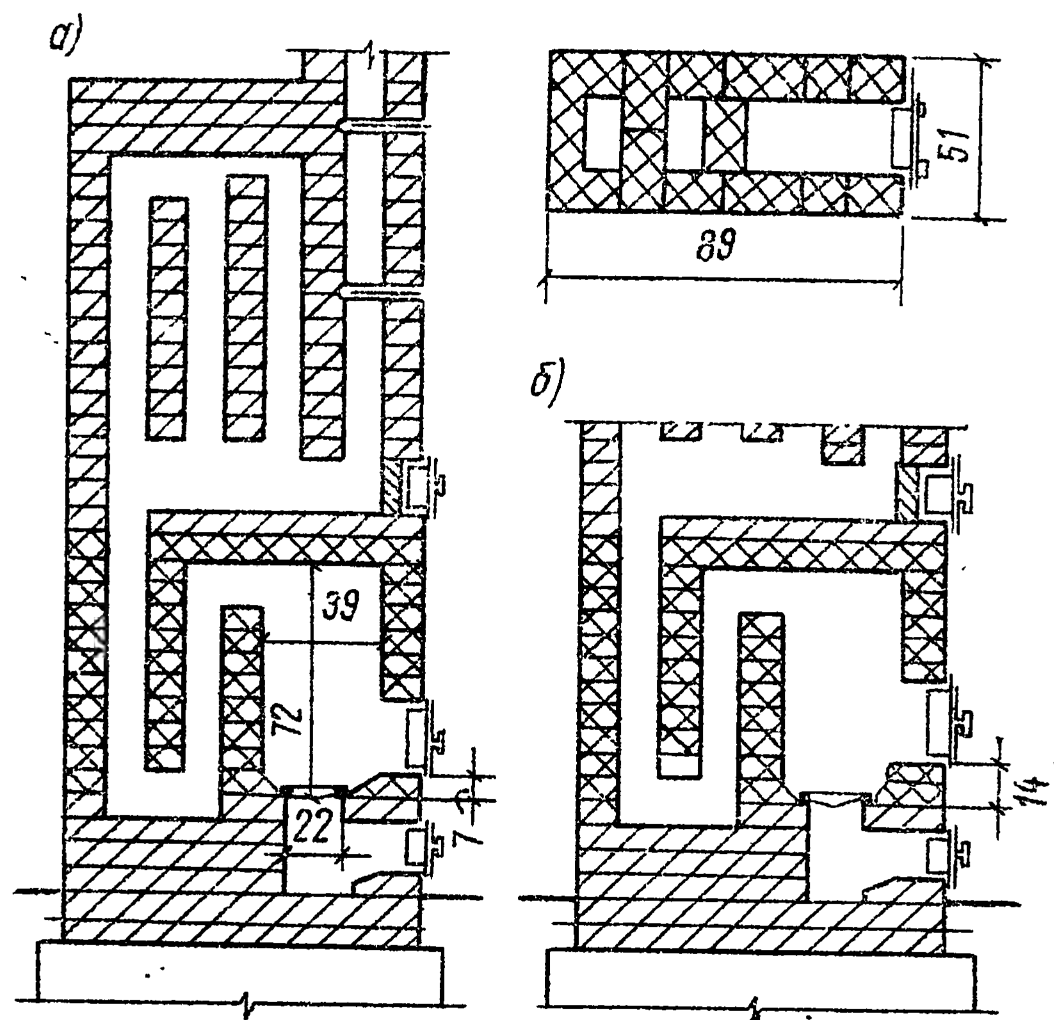


Рис. 19.1. Печь отопительная одноэтажная толстостенная

а — топливник для дров; *б* — то же, для угля

Для устройства кирпичных печей применяют обыкновенный глиняный кирпич (сплошной), а для футеровки топливников — тугоплавкий или огнеупорный. Для облицовки внешней поверхности печей применяют изразцы, кровельную сталь, плоские асбестоцементные плиты в стальном каркасе, а также штукатурку.

Толстостенные печи **умеренного прогрева** выполняют из кирпича на месте строительства. Эти печи требуют массивных фундаментов или специальных оснований.

Большинство толстостенных отопительных печей имеет насадные дымовые трубы, опирающиеся на конструкцию самой печи. В толстостенных печах без насадных труб возможен отвод дыма через коренную трубу или каналы, устраиваемые в стене.

Высоту толстостенных отопительных печей от уровня пола до верха перекрыши определяют по числу рядов кирпичной кладки. Толщина одного ряда в соответствии с правилами производства работ (глава СНиП III-В.4-72) принимается равной 7 см (кирпич 6,5 см+шов 0,5 см).

Высоту толстостенной печи, предусматриваемую типовым чертежом, можно изменять в зависимости от высоты помещения, удаляя или добавляя несколько (от

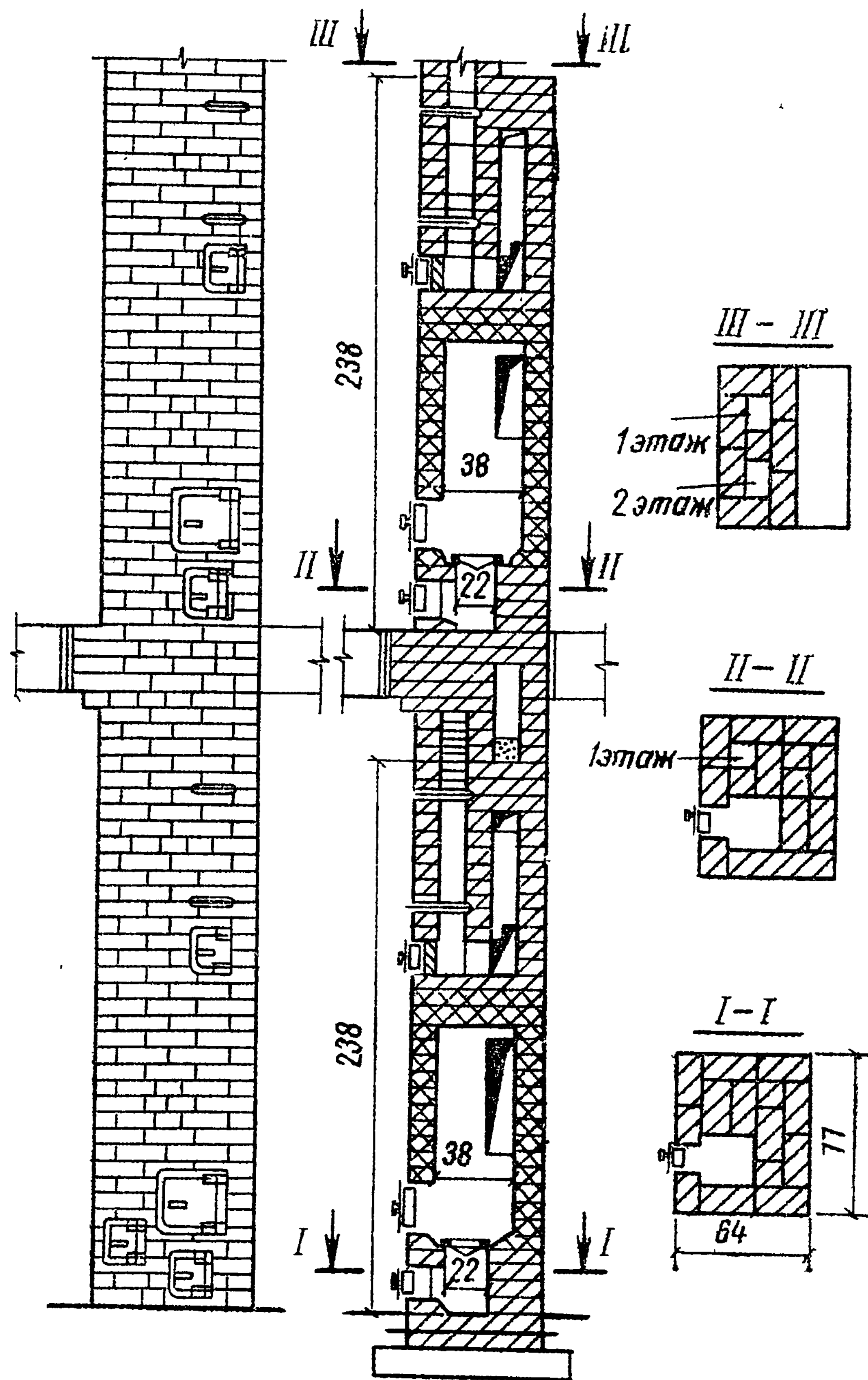


Рис. 19.2. Печь отопительная двухъярусная толстостенная

двух до четырех) рядов кладки. При этом схема движения газов и перевязка швов кладки не нарушаются, но уменьшается или увеличивается расчетная теплоотдача.

При высоте жилых комнат 2,7 м в свету следует высоту кирпичных толстостенных печей принимать не более 2,38 м, т. е. 34 ряда кладки при толщине шва 5 мм.

Схемы отопительных толстостенных печей приведены на рис. 19.1 и 19.2.

Комбинированные печи предназначены одновременно для отопления помещений и приготовления пищи. В них, как правило, предусматривают духовой шкаф, а иногда водогрейную коробку. В печи рекомендуемой конструкции (рис. 19.3) имеются «летний ход» для удаления дымовых газов кратчайшим путем (в целях исключения прогрева массива печи в летнее время) и вентиляция варочной камеры (для удаления паров и газов, выделяющихся при приготовлении пищи).

ТАБЛИЦА 19.1

ПЕЧИ ОТОПИТЕЛЬНЫЕ ТОЛСТОСТЕННЫЕ КИРПИЧНЫЕ ОШТУКАТУРЕННЫЕ

Размеры в плане, см	Средняя теплоотдача $Q_{ср}$, ккал/ч	Коэффициент неравномерности M	Количество кирпича, шт.	
	при двух топках в сутки		обыкновенного	тугоплавкого
77; 51	2000	0,4	236	76
89; 51	2200	0,3	257	106
64; 77 64; 77	2400	0,25	233	162
115; 51	2640	0,3	312	158
89; 64	2700	0,25	316	143
102; 64 102; 64	3000	0,18	452	94
102; 77	3360	0,22	401	220
216; 38; 64	3500	0,25*	540*	80*
89; 102	3780	0,18	500	223

Продолжение табл. 19.1

Размеры в плане, см	Средняя теплоотдача $Q_{ср}$, ккал/ч	Коэффициент неравномерности M	Количество кирпича, шт.	
	при двух топках в сутки		обыкновенного	тугоплавкого
102; 102	4200	0,14	488	306
168; 64	4150	0,18	493	342
127; 102	5000	0,13	675	375

Примечания: 1. Показатели приведены при высоте печей 238 см (34 ряда кирпичной кладки), кроме печи, отмеченной звездочкой

2. В некоторых изданных альбомах высота толстостенных печей несколько отличается от указанной в таблице (в зависимости от числа рядов кладки). Этим объясняются отличия в показателях для печей одних и тех же конструкций.

3 Количество кирпича указано только на кладку печей, без учета фундаментов и дымовых труб, а также потерь от возможного боя кирпича.

ТАБЛИЦА 192

ПЕЧИ ОТОПИТЕЛЬНЫЕ ДВУХЪЯРУСНЫЕ ТОЛСТОСТЕННЫЕ КИРПИЧНЫЕ ОШТУКАТУРЕННЫЕ

Ярус (этаж)	Размеры в плане, см	Средняя теплоотдача $Q_{ср}$, ккал/ч	Коэффициент неравномерности M	Количество кирпича, шт.	
		при двух топках в сутки		обыкновенного	тугоплавкого
II	64; 77	2250	0,25	224	165
I		2400	0,25	238	162
II	165; 51	2600	0,23	439	224
I		3160	0,2	384	272
II	115; 64	2600	0,2	529	80
I		3200	0,2	499	110

Продолжение табл. 19.2

Ярус (этаж)	Размеры в плане, см	Средняя теплоотдача $Q_{ср}$, ккал/ч	Коэффициент неравномерности M	Количество кирпича, шт.	
		при двух топках в сутки		обыкновенного	тугоплавкого
II	102 × 77	3000	0,21	411	230
I		3300	0,19	405	220
II	127 × 64	2850	0,18	578	93
I		3480	0,18	541	100

Примечания: 1. Показатели печей приведены при высоте в каждом ярусе 238 см (с 1-го по 34-й ряд).
2. Печи нижнего яруса двухъярусных печей могут выполняться как одноэтажные.

ТАБЛИЦА 19.3

ПЕЧИ ОТОПИТЕЛЬНЫЕ ТОЛСТОСТЕННЫЕ КИРПИЧНЫЕ, ОБЛИЦОВАННЫЕ ИЗРАЗЦАМИ ИЛИ КРОВЕЛЬНОЙ СТАЛЬЮ

Размеры, см	Средняя теплоотдача $Q_{ср}$, ккал/ч	Коэффициент неравномерности M	Количество кирпича, шт.		Количество изразцов, шт.	Примечание
	при двух топках в сутки		обыкновенного	тугоплавкого		
D = 65	1500	0,29	200	65	—	Облицовка кровельной сталью. Отвод дыма в канал в стене Высота печи 215 см.
102 × 64	2900	0,18	236	125	286	Облицовка изразцами. Отвод дыма в канал в стене. Высота печи 252 см.
102 × 102	4150	0,15	425	155	214	Облицовка изразцами. Насадная труба. Высота печи 215 см.
114 × 89	3920	0,14	400	253	—	Облицовка кровельной сталью. Насадная труба. Высота печи 215 см.

ТАБЛИЦА 19.4

ПЕЧИ ОТОПИТЕЛЬНЫЕ ПОВЫШЕННОГО ПРОГРЕВА КОНСТРУКЦИИ Л. А. СЕМЕНОВА

Марка печи	Размеры в плане, см	Высота, см	Средняя теплоотдача $Q_{ср}$, ккал/ч (при двух топках в сутки)	Коэффициент неравномерности M (при двух топках в сутки)	Количество кирпича, шт.: обыкновенного	Количество кирпича, шт.: тугоплавкого	Масса, кг
МВМС-61	40 40	146	1000	0,95	48	20	320
		171	1200	0,9	61	20	380
МВМС-62	53 40	146	1300	0,85	61	24	400
		171	1450	0,8	77	24	470
МВМС-63	53 53	163	1500	0,6	88	48	610
		188	1750	0,55	110	48	700
МВМС-64	66 53	163	2000	0,5	105	57	730
		188	2300	0,45	132	57	850
МВМС-65	79 53	163	2500	0,44	112	69	800
		200	3000	0,4	160	69	1020

Примечания: 1. Приведенные в таблице печи в каркасе имеют толщину стенок $^1/_4$—$^1/_2$ кирпича и облицованы плоскими асбестоцементными плитами. Печи могут быть выполнены также в футлярах из кровельной стали без каркасов.

2. В печах предусмотрен отвод дыма в канал в стене или коренной трубе (с задней или боковых сторон).

ТАБЛИЦА 195

ПЕЧИ ОТОПИТЕЛЬНЫЕ СБОРНЫЕ ИЗ ИЗРАЗЦОВЫХ БЛОКОВ С КИРПИЧНОЙ ФУТЕРОВКОЙ И ПЕЧИ ИЗ ИЗРАЗЦА «МОНОЛИТ» КОНСТРУКЦИИ Л. А. СЕМЕНОВА

Марка печи	Размеры в плане	Высота	Средняя теплоотдача $Q_{ср}$, ккал/ч	Коэффициент неравномерности M	Масса, кг	Конструкция
	см		при двух топках в сутки			
[illegible]-03	55 × 55	173	1800	0,45	610	Изразцово-блочная
ВМС-403		174		0,5	560	Из изразца «монолит»
ВМС-306	77 × 55	195	3000	0,32	1050	Изразцово-блочная
МВМС-406		204		0,4	950	Из изразца «монолит»
ВМС-307	99 × 55	206	4000	0,28	1450	Изразцово-блочная
МВМС-407		218		0,38	1400	Из изразца «монолит»

Примечание. В печах предусмотрен отвод дыма в канал в стене или коренной трубе (с задней или боковых сторон).

ТАБЛИЦА 196

ПЕЧИ ОТОПИТЕЛЬНЫЕ СБОРНО-БЛОЧНЫЕ ББУ ИЗ ЖАРОУПОРНОГО БЕТОНА КОНСТРУКЦИИ Л. С. БОРДЗЕНКО

Марка печи	Размеры в плане	Высота	Средняя теплоотдача $Q_{ср}$, ккал/ч	Коэффициент неравномерности M	Количество блоков, шт.	Масса, кг
	см		при двух топках в сутки			
ББУ-2	80 × 60	160	2000	0,4	21	872
ББУ-3		205	3000	0,35	25	1113

ТАБЛИЦА 19.7

ПЕЧИ ОТОПИТЕЛЬНЫЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ГОРЕНИЯ

Марка печи	Размеры в плане, см	Высота, см	Средняя теплоотдача $Q_{ср}$, ккал/ч, при двух топках в сутки	Коэффициент неравномерности M, при двух топках в сутки	Основные материалы для кладки печи	Масса, кг
АКХ-9	49 × 59	105	1500—2000	0,1—0,2	Кирпич и плиты шамотные, изразцы, металлический каркас	320

Примечание. Топливом для этой печи служит антрацит, высокосортный каменный уголь, брикеты

ТАБЛИЦА 19.8

КУХОННЫЕ ПЛИТЫ, ОТОПИТЕЛЬНЫЕ ЩИТКИ, КОМБИНИРОВАННЫЕ ОТОПИТЕЛЬНО-ВАРОЧНЫЕ И РУССКИЕ ПЕЧИ

Наименование и назначение	Размеры в плане, см	Высота, см	Средняя теплоотдача $Q_{ср}$, ккал/ч, при двух топках в сутки	Коэффициент неравномерности M, при двух топках в сутки	Основные материалы	Дополнительные устройства	Способ изготовления	Количество кирпича, шт.	Масса, кг
Кухонная плита * (конструкции НИИСТ) Калужского завода	60 × 66	85	850	—	Сталь, керамика, чугунные печные приборы	Духовой шкаф	Заводское изготовление	—	259
Кухонная плита № 2* завода «Нарпит»	69 × 107	74	800	—	Сталь, кирпич, чугунные печные приборы	То же	То же	70	160
Кухонная плита толстостенная кирпичная оштукатуренная	64 × 102	77	900	—	То же	»	Выполняется на месте	150	650

Продолжение

Наименование и назначение	Размеры в плане	Высота	Средняя теплоотдача $Q_{ср}$, ккал/ч	Коэффициент неравномерности M	Основные материалы	Дополнительные устройства	Способ изготовления	[illegible]	[illegible]
	см		при двух топках в сутки						
Кухонная плита толстостенная кирпичная оштукатуренная	64; 115	77	1000	—	Сталь, кирпич, чугунные печные приборы	Духовой шкаф, водогрейная коробка	Выполняется на месте	175	750
Кухонная плита в каркасе	54; 79	78	—	—	Сталь, кирпич, чугунные приборы, асбестоцементные плиты	Духовой шкаф	Полузаводское изготовление	60	300
Отопительный щиток обыкновенный	38; 89	231	200—300	—	Кирпич	Вентиляционный канал	Выполняется на месте	310	—
Отопительно-варочная толстостенная печь конструкции Л. А. Коробанова и Н. И. Самарина	77; 102	224	3200	0,23	Кирпич, сталь, чугунные печные приборы	Духовой шкаф	То же	524	—
То же, конструкции И. Ф. Волкова	89; 102	224	3400	0,22	То же	Духовой шкаф, водогрейная коробка	»	620	—

Продолжение табл. 19.9

Наименование и назначение	Размеры в плане	Высота	Средняя теплоотдача $Q_{ср}$, ккал/ч	Коэффициент неравномерности M	Основные материалы	Дополнительные устройства	Способ изготовления	Количество кирпича, шт.	Масса, кг
	см		при двух топках в сутки						
Отопительно-варочная толстостенная двухъярусная печь конструкции Н. А. Меринова	Верхний ярус 64; 102	224	2300	0,25	Кирпич	Духовой шкаф	Выполняется на месте	476	—
	Нижний ярус	224	2800	0,25	»	То же	То же	476	—
Русская печь обыкновенная	127; 165	154—238	3000	0,1	Кирпич, чугунные печные приборы	—	»	1290	—
Русская печь с плитой в шестке, со щитком	153; 165	154—238	3600	0,1	То же	Водогрейная коробка	»	—	—
Русская печь «Теплушка-2» конструкции И. С. Подгородникова	129; 168	154—224	4000	—	»	Водогрейная коробка, дополнительный топливник с колосниковой решеткой	»	1240	—
Русская печь конструкции И. И. Ковалевского	104; 145; 128	182—212	4500	—	»	Плита с топливником и подтопком	»	1000	—

Примечания: 1. Печь нижнего яруса двухъярусной печи может выполняться как одноэтажная.

2. Кухонные плиты, аналогичные отмеченным звездочкой, с несколько измененными размерами изготовляют разные заводы местной промышленности. При этом иногда в конструкции плит включаются небольшие котелки для квартирного водяного отопления, сваренные из стали или труб.

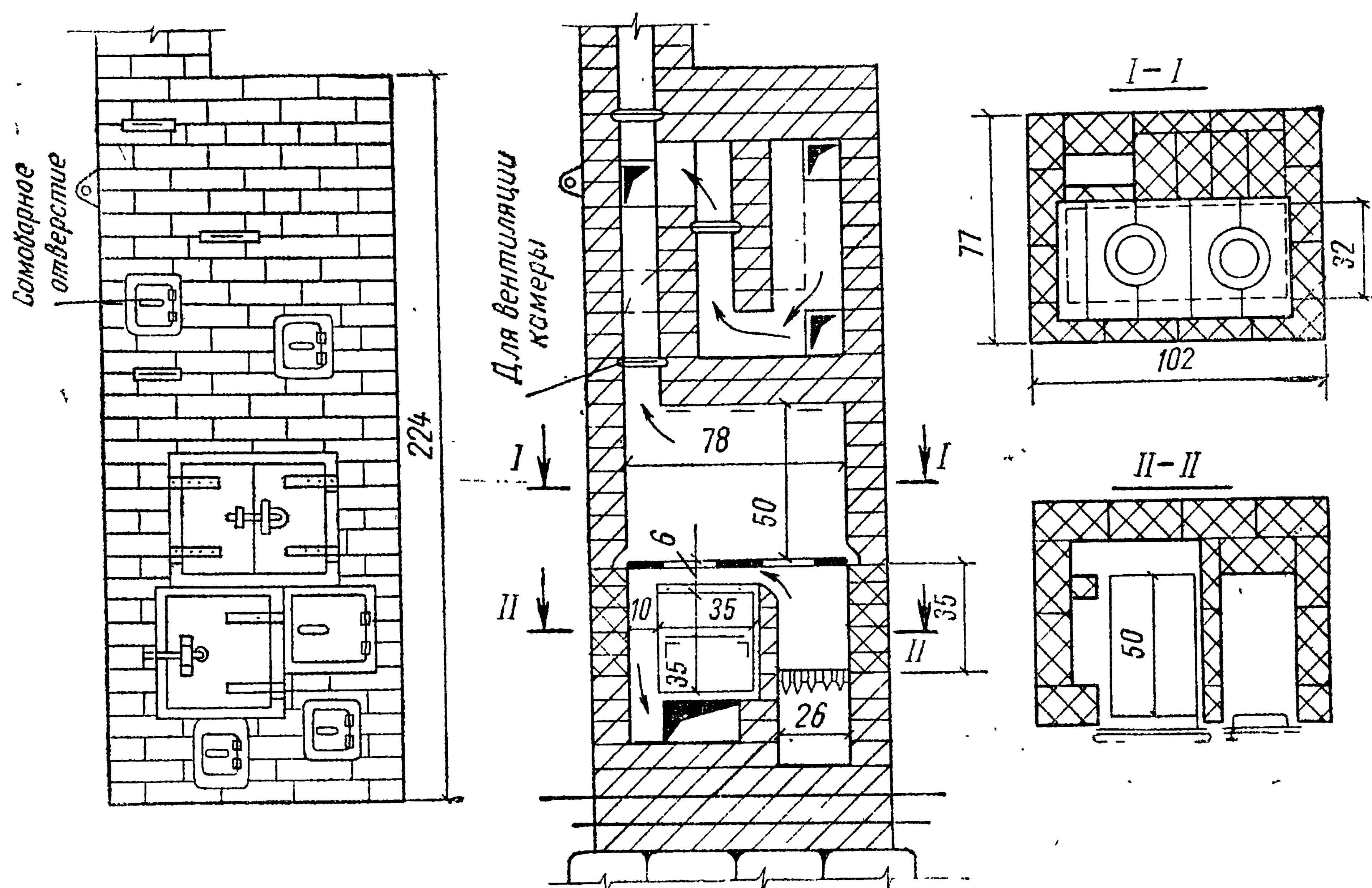


Рис. 19.3. Печь отопительно-варочная толстостенная конструкции Л. А. Коробанова и Н. И. Самарина

Более проста, но менее совершенна комбинация кухонной плиты с отопительным щитком (рис. 19.4).

В варочных камерах русских печей (рис. 19.5) помимо дров и торфа можно сжигать низкосортное местное топливо — солому, хворост. Для возможности сжигания угля в некоторых конструкциях русских печей устраивают дополнительный топливник (подтопок).

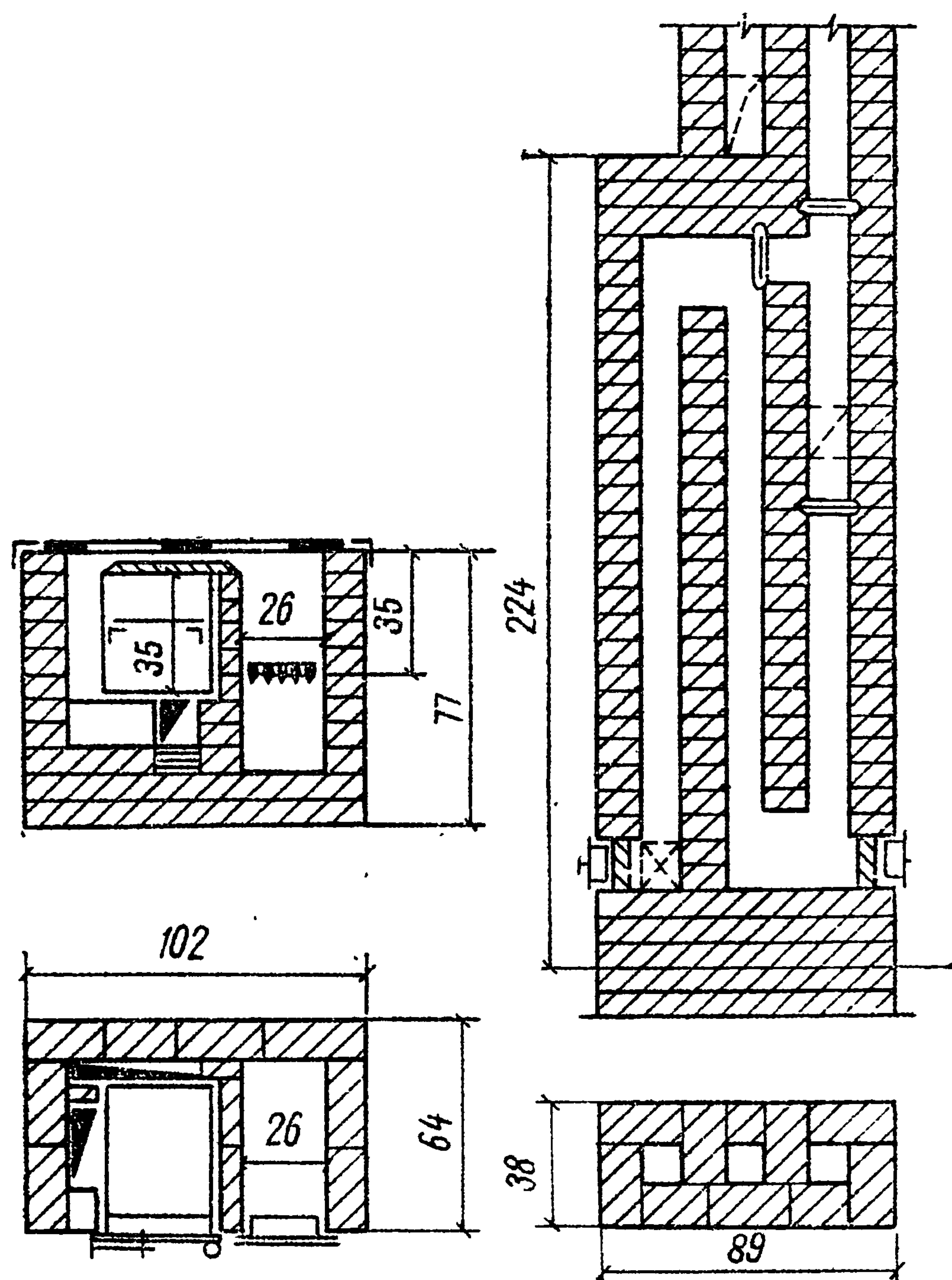


Рис. 19.4. Кухонная толстостенная плита и отопительный щиток

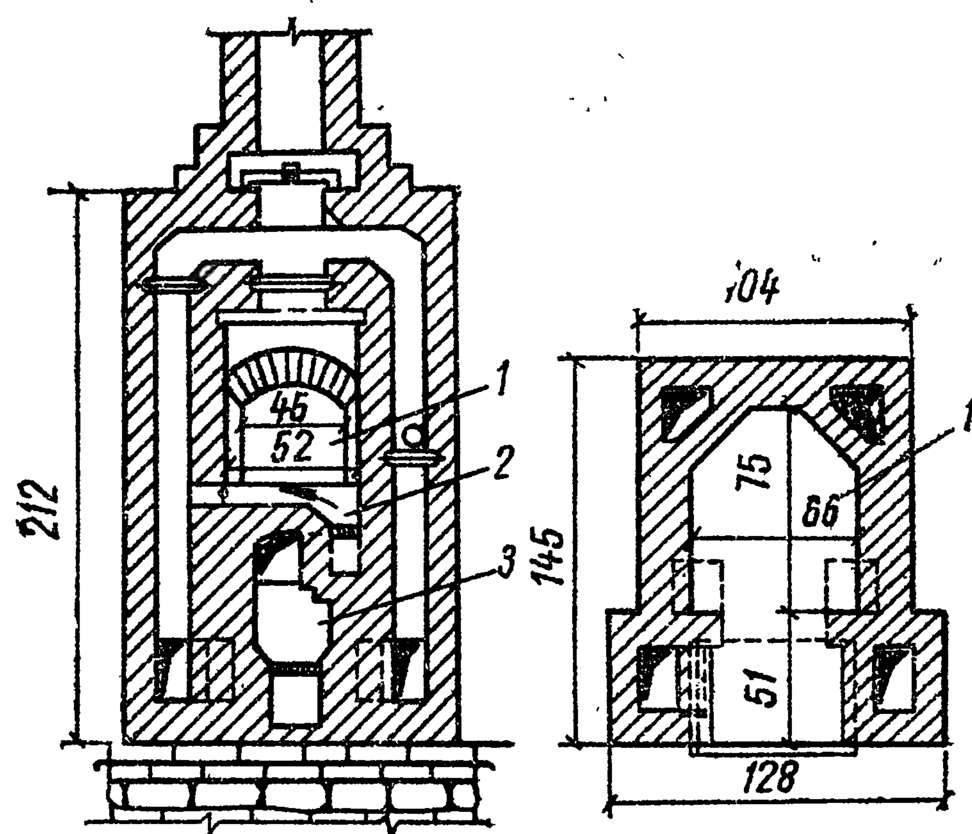


Рис. 19.5. Русская печь конструкции И. И. Ковалевского

1 — варочная камера; *2* — топливник для плиты; *3* — подтопок

Тонкостенные печи **повышенного прогрева** по высоте обычно не превышают 2 м и, как правило, не имеют насадных труб. Дымовые газы от них отводят с помощью горизонтальных патрубков и рукавов через коренные трубы или каналы в стенах.

К числу тонкостенных печей повышенного прогрева относятся печи из кирпича в каркасе из прокатной стали или в футляре из кровельной стали (рис. 19.6), изразцово-блочные (рис. 19.7), печи из изразцов «монолит»

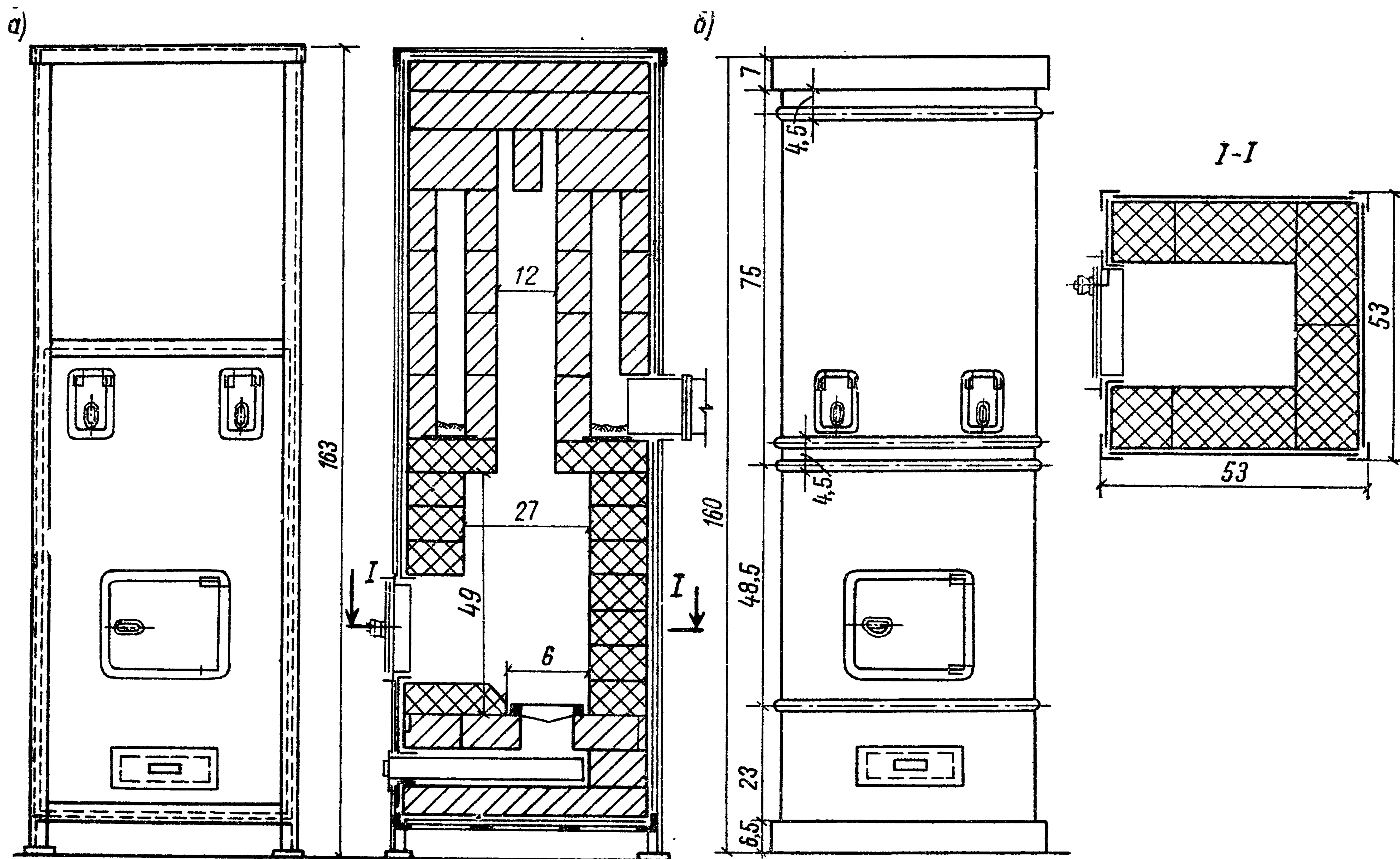


Рис. 19.6. Печь отопительная повышенного прогрева МВМС-63

а — в каркасе; *б* — в футляре из кровельной стали

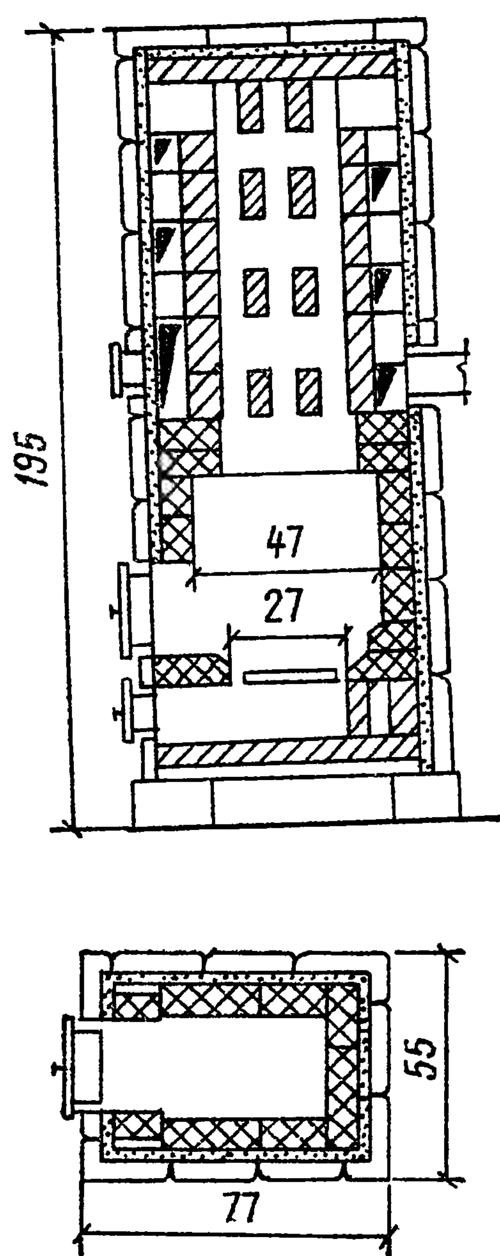


Рис. 19.7. Печь отопительная из изразцовых блоков МВМС-306

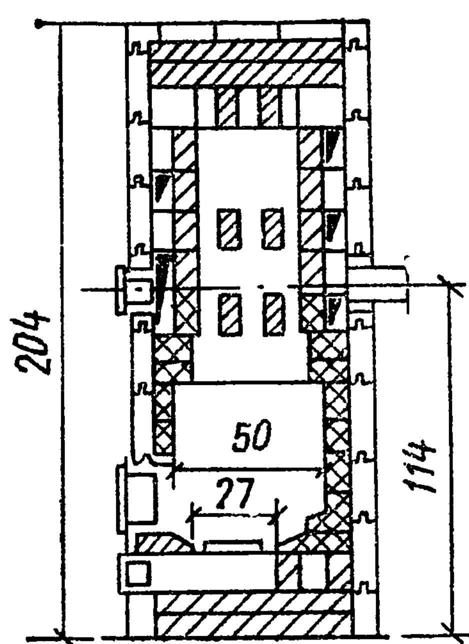
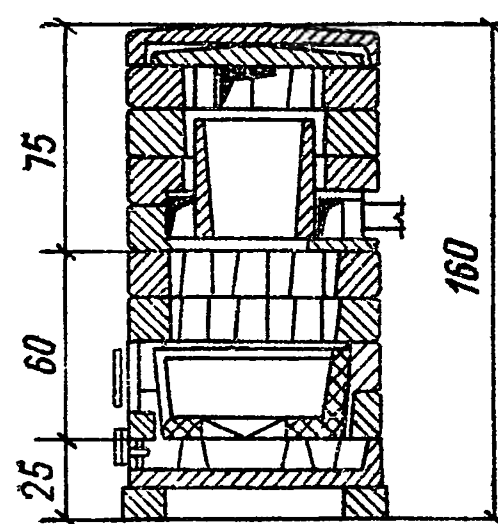


Рис. 19.8. Печь отопительная из изразцов «монолит» МВМС-406





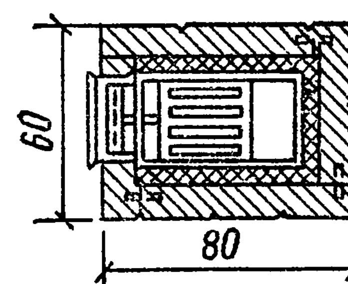
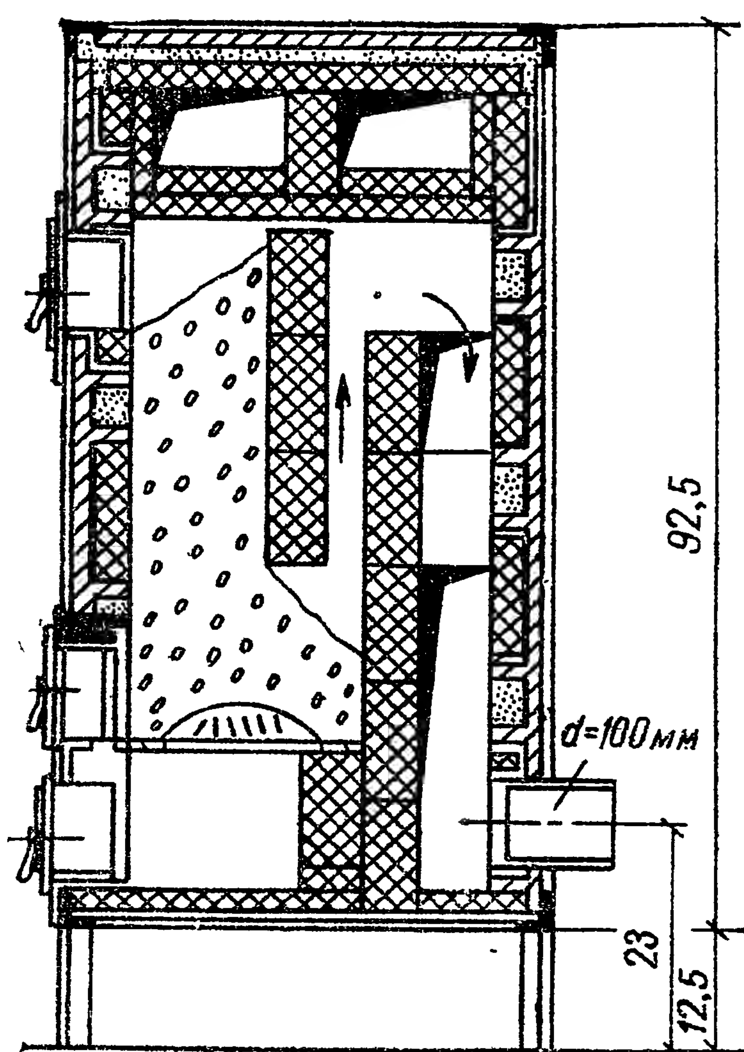


Рис. 19.9. Печь отопительная из бетонных блоков ББУ-2

[illegible] сборные из бетонных блоков (рис. 19.9). [illegible]ные печи могут изготовляться заводским [illegible]дским способом, имеют сравнительно небольш[illegible] могут транспортироваться в целом виде или [illegible] и не требуют для установки массивных фундаментов. Однако помещения, в которых устанавливаются [illegible] печи, должны быть достаточно теплоустойчивы. [illegible]того, применение этих печей не должно быть про[illegible]зано санитарным требованиям.

[illegible]более индустриальными являются блочные печи. [illegible] для сборных бетонных печей изготовляют из жа[illegible]ых бетонов. В состав последних входят в опре[illegible] соотношениях щебень, песок, цемянка, полу[illegible] из боя обожженного глиняного кирпича, порт[illegible]мент, жидкое стекло. Блоки для печей, как пра[illegible] изготовляют в заводских условиях с соблюдением [illegible] бетона, в разборных формах, с армированием [illegible]й проволокой.

Печи длительного горения (рис. 19.10) имеют ма[illegible] размеры и массу; их можно транспортировать в [illegible]ном виде или частями в виде блоков.



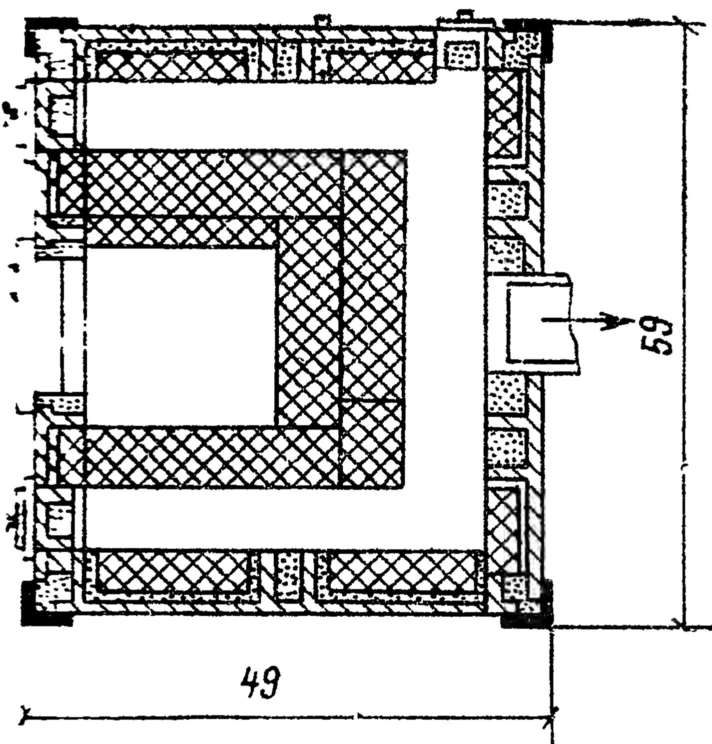


Рис. 19.10. Печь отопительная длительного горения АКХ-9

В отличие от печей с кратковременной периодической топкой эти печи могут работать длительно и допускают регулирование интенсивности горения и теплоотдачи в соответствии с потребностью отапливаемого помещения в тепле.

Б. НЕТЕПЛОЕМКИЕ ПЕЧИ

Нетеплоемкие отопительные печи высокого прогрева используют в помещениях с периодическим пребыванием людей и во временных сооружениях. Топливом для таких печей обычно служат каменный уголь, антрацит, кокс, брикеты, дрова. Нетеплоемкие печи некоторых конструкций позволяют сжигать древесные отходы (опилки и мелкие стружки).

Производительность нетеплоемких печей зависит от количества сжигаемого топлива и длины присоединяемых к ним дымовых труб, прокладываемых под потолком помещения.

Изготовляют нетеплоемкие печи как заводским способом на предприятиях местной промышленности, так и кустарным. Материалом для них служат листовая сталь и чугун, а для футеровки — керамические плитки и кирпич.

В. ПЕЧНЫЕ ПРИБОРЫ

Для печей и кухонных плит всех видов, как правило, применяют чугунные печные приборы: дверки простые и герметичные, задвижки, колосниковые решетки, плиты с конфорками и т. п.

Герметичные дверки целесообразно применять только для отопительных печей со стенками, облицованными изразцами, кровельной сталью, асбестоцементными плитами.

Духовые шкафы и водогрейные коробки для кухонных плит и комбинированных отопительно-варочных печей изготовляют из кровельной и прокатной стали.

19.3. Проектирование и расчет

А. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Проектирование печного отопления, как правило, ведется одновременно с составлением проекта строительной части здания.

На основе эскиза планировки помещений предварительно подсчитывают теплопотери через наружные ограждения и подбирают печи наиболее подходящих типов и размеров.

Затем после поверочного подсчета теплопотерь и проверки теплоустойчивости помещений окончательно размещают печи и дымовые трубы или каналы в каменных стенах.

Следует обращать особое внимание на характер конструкций наружных ограждений и, если нужно, предъявлять повышенные требования к их теплозащитным свойствам в зависимости от степени массивности печи.

При составлении проектов печного отопления следует применять печи типовых, достаточно проверенных конструкций, чертежи которых приведены в альбомах типовых чертежей, разработанных проектными организациями (см. табл. 19.1—19.8). Применение печей нетиповых конструкций допускается лишь в виде опыта и должно быть обосновано.

Любая печь будет надежна в работе и долговечна, если ее выполняют точно по чертежу, со строгим соблюдением последовательности рядов, правильной раскладки кирпичей и их перевязки согласно порядовым планам. Поэтому в строительные проекты зданий с печным отоплением обязательно должны включаться детальные чертежи запроектированных печных устройств.

Б. ВЫБОР ПЕЧЕЙ И ИХ РАЗМЕЩЕНИЕ

В зависимости от назначения отапливаемых помещений и температуры наружной поверхности печей применяют печи следующих видов:

а) в детских и лечебных учреждениях — печи умеренного прогрева с температурой в отдельных точках наружной поверхности не выше 90 °С. К таким печам относятся кирпичные со стенками толщиной 12 см (включая толщину изразцов);

б) в жилых и школьных помещениях — печи умеренного и повышенного прогрева с температурой в отдельных точках наружной поверхности не выше 120 °С. К таким печам относятся печи толстостенные кирпичные, кирпичные в каркасе или футляре, керамические или бетонные с толщиной стенок 7 см;

в) для временного отопления и в помещениях с временным пребыванием людей (мастерских, служебных, конторских, торговых, складских и др.) помимо печей, указанных выше в пп. а и б, — печи нетеплоемкие любого типа. Печи с температурой на наружной поверхности свыше 120 °С допускаются при устройстве наружного экранирующего ограждения в виде кожуха.

Во всех перечисленных случаях более высокие температуры на поверхности топочных дверок, духовых шкафов и камер, на жарочной поверхности плит в расчет не принимаются.

Рекомендации по выбору типа печей в зависимости от этажности здания и способа отвода дымовых газов даны в табл. 19.9.

ТАБЛИЦА 19.9

ВЫБОР ТИПА ПЕЧЕЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЭТАЖНОСТИ ЗДАНИЯ И СПОСОБА ОТВОДА ДЫМОВЫХ ГАЗОВ

Условия для устройства дымовых каналов	Тип печи при числе этажей в здании	
	один	два
Дымовые каналы не могут быть устроены в стенах или коренных трубах	Толстостенная печь с насадной трубой	Толстостенная двухъярусная печь с насадной трубой
Дымовые каналы могут быть устроены в стенах или коренных трубах	Толстостенная печь без насадной трубы с отводом газов в канал	Толстостенная двухъярусная печь без насадной трубы с отводом газов в каждом этаже в отдельный канал
	Тонкостенные печи любого типа	

Выбор печей по их отделке и степени массивности определяется следующими условиями:

а) толстостенные изразцовые печи — при особых санитарных требованиях и при повышенных требованиях к отделке помещений;

б) толстостенные печи оштукатуренные или с затиркой поверхности — в жилых помещениях при любых конструкциях наружных ограждений;

в) толстостенные печи в футлярах из кровельной стали — в детских учреждениях, в конторских помещениях, мастерских, клубах, а также во всех случаях устройства печного отопления в сейсмических районах;

г) тонкостенные сборно-блочные печи, кирпичные печи в футляре из кровельной стали или в каркасе с облицовкой асбестоцементными плитами — в помещениях с достаточной теплоустойчивостью, если применение таких печей не запрещено нормами и техническими условиями.

При выборе печей для жилых помещений необходимо иметь в виду следующее. Каждая комната, предназначенная для отдельной семьи, должна иметь самостоятельную печь, не обращенную в соседнюю комнату (за исключением коридора). В квартирах из нескольких комнат, не предназначенных для одной семьи, рекомендуется устанавливать одну печь на две жилые комнаты.

При проектировании печного отопления квартиры следует предусматривать установку кухонной плиты с отопительным щитком, который может служить в качестве прибора отопления как для самой кухни, так и для соседних подсобных помещений. Если щиток имеет «подтопок», т. е. представляет собой по существу печь простейшего вида, он может быть использован самостоятельно для отопления комнаты. Отапливать жилые комнаты только за счет щитка при плите не рекомендуется, так как он не является полноценным отопительным прибором из-за малой теплоотдачи. Исключение может быть для местности с теплым климатом. Размеры кухонной плиты зависят от площади квартиры и числа жителей в ней. Если квартиры малометражные (однокомнатные) или представляют собой отдельные жилые комнаты в общежитии коридорного типа (для семейных), то рекомендуется применять комбинированные отопительно-варочные печи, которые могут обеспечить отопление помещений и приготовление пищи.

Устанавливать кухонные плиты с открытой жарочной поверхностью в жилых комнатах не допускается.

Для отопления санузла, коридора и передней отдельные печи устанавливать не рекомендуется. Эти помещения следует отапливать, как указано выше, за счет щитка при кухонной плите или отдельных стенок печи, отапливающей жилые комнаты.

При этом теплоотдачу водогрейной колонки в расчет не принимают.

В служебных или производственных помещениях допускается устанавливать одну печь на две комнаты.

Для жилых комнат предельными размерами печей в плане следует считать 102×102 и 64×165 см.

В индивидуальных домах в сельских местностях применяются «русские» печи, совмещающие функции отопления и приготовления пищи (включая выпечку хлеба), а также простейшей сушильной камеры.

Предназначенную для отопления смежных помещений печь следует устанавливать так, чтобы теплоотдача выходящей в каждое помещение части нагревательной поверхности соответствовала их теплопотерям.

Тонкостенные печи устанавливают, не встраивая их в перегородки и оставляя открытыми отступки. Устанавливать печи в углу помещения с отступками с двух сторон не рекомендуется. Топочные дверки печей и дымовые задвижки следует располагать так, чтобы подход к ним был удобным, не мешал свободному размещению мебели и не затруднял открывание дверей. Перед фронтом печи должно быть достаточное место для ее обслуживания. Не допускается размещать топочные дверки в групповых комнатах и палатах детских и лечебных учреждений, а также в огнеопасных помещениях. Во всех случаях на газоходах печей и дымоходах прочистные отверстия следует располагать в доступных местах.

Примеры размещения печей и плит в квартирах и отдельных жилых комнатах приведены на рис. 19.11 и 19.12.

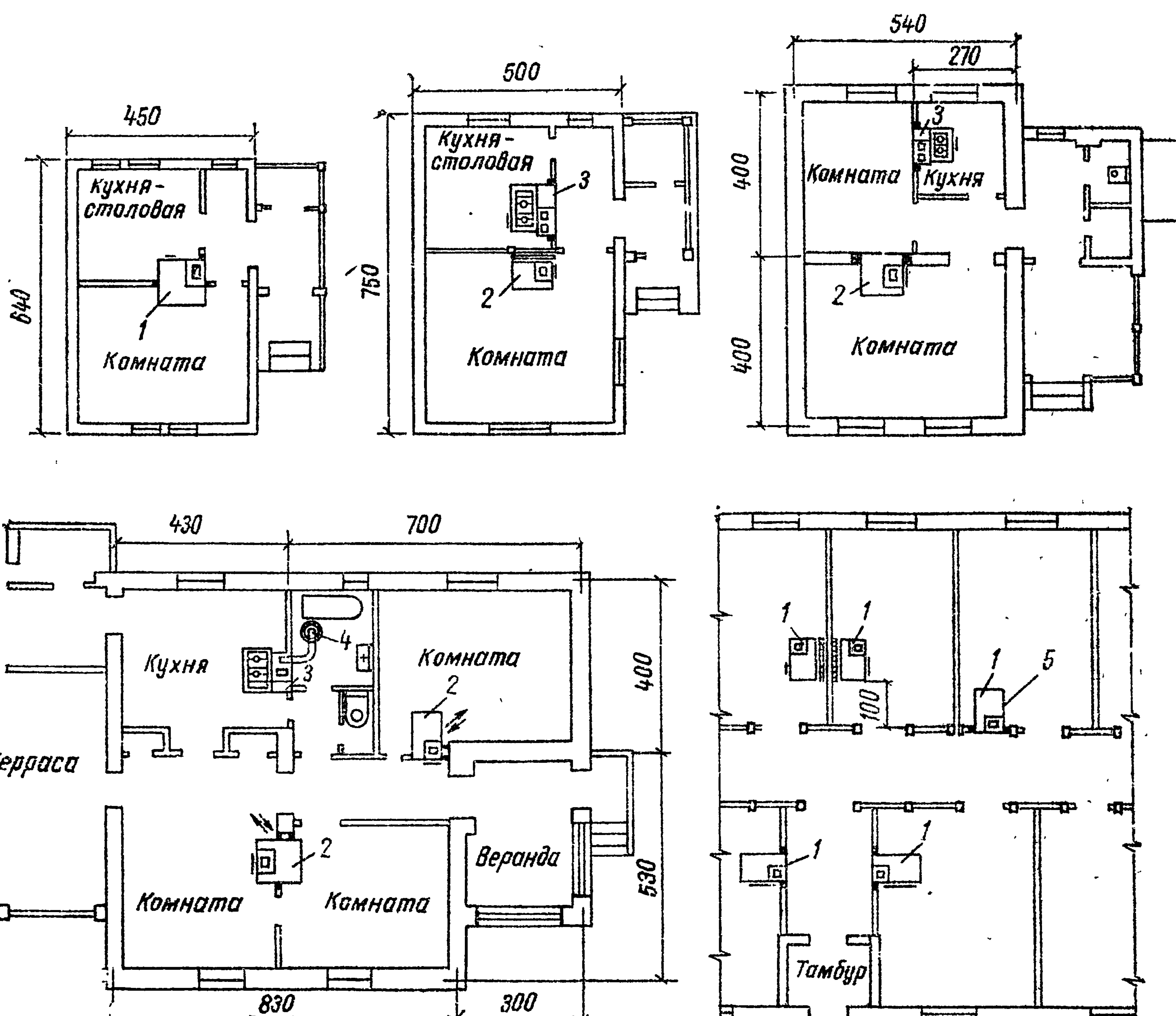


Рис. 19.11. Примеры размещения печей и плит в жилых домах

1 — комбинированная отопительно-варочная печь; 2 — отопительная печь; 3 — кухонная плита со щитком; 4 — водогрейная колонка; 5 — топливник и дверка пищеварной камеры

При проектировании печного отопления одновременно должны решаться следующие вопросы: вентиляция кухни и санузла, для чего устраиваются самостоятельные вытяжные каналы, примыкающие к дымоходу щитка или печи; вентиляция люфт-клозета с помощью специального канала из выгребной ямы, размещенного в печке; пожарная профилактика сгораемых строительных конструкций, примыкающих к печам и дымоходам.

При проектировании печного отопления следует учитывать требования главы СНиП III-В.4-72 «Каменные конструкции», касающиеся производства и приемки печных работ.

В. РАСЧЕТ

В основу расчета печного отопления кладут теплопотери помещений, определяемые при той же расчетной температуре $t_в$, что и для центрального отопления; теплоотдачу теплоемких печей принимают равной среднечасовой при двух топках в сутки, а печей длительного горения — равной расчетной потере тепла помещениями с коэффициентом, учитывающим перерыв на время чистки топливника и загрузки топлива.

По требуемой теплоотдаче выбирают размеры и типы печей, проверяя отапливаемые помещения на теплоустойчивость.

В свою очередь, теплотехнические качества (термические сопротивления и теплоустойчивость) наружных ограждений помещений, отапливаемых печами, должны удовлетворять нормам строительной теплотехники.

Теплопотери помещений рассчитывают тем же методом, что и для центрального отопления (см. главу 11).

При определении необходимой теплопроизводительности печей следует пользоваться табл. 19.1—19.8 и характеристиками, приведенными в альбомах типовых чертежей печей, а при отсутствии этих сведений — табл. 19.10, в которой приведены обобщенные данные.

ТАБЛИЦА 19.10

ТЕМПЕРАТУРА И СРЕДНЯЯ ВЕЛИЧИНА ТЕПЛООТДАЧИ ОТКРЫТЫХ ТЕПЛООТДАЮЩИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ (ПО ГОСТ 2127—47)

Типы печей	Температура поверхности, °С		Средняя величина теплоотдачи $Q_{ср}$, ккал/(м²·ч)
	средняя	в отдельных точках в момент максимального нагрева	
Толстостенные:			
оштукатуренные или в металлическом футляре	55—65	85	400—550
изразцовые	65—70	90	500—600
Тонкостенные массой, кг:			
1000 и более	65—70	120	500—600
до 1000	60—65	120	450—550

Примечание. Величины $Q_{ср}$ указаны при двух топках в сутки, при этом первые цифры соответствуют печам меньших размеров, вторые — печам больших размеров.

Теплоотдающей поверхностью печи считается поверхность стенок печи, которая находится в пределах высоты активного объема (см. п. 19.1), омывается с одной стороны воздухом помещения, а с другой прогревается дымовыми газами или соприкасается с топливом. Поверхность перекрыши учитывается при высоте печи не более 2,1 м. Внутренние поверхности стенок воздухонагревательных камер включаются в теплоотдающую поверхность печи.

В зависимости от размещения печи относительно стен и перегородок и размеров отступок к величине теплоотдачи печи вводят поправочные коэффициенты (табл. 19.11).

ТАБЛИЦА 19.11

ПОПРАВОЧНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ К ВЕЛИЧИНАМ ТЕПЛООТДАЧИ ПЕЧЕЙ (ПО ГОСТ 2127—47)

Теплоотдающая поверхность и размер отступки	Поправочный коэффициент
Отступка или воздушная камера:	
открытая с обеих сторон или закрытая с боков, но открытая снизу и сверху, шириной 13 см и более	1
открытая с обеих сторон, шириной от 7 до 13 см	0,75
закрытая, с нижней и верхней решетками с живым сечением не менее 150 см² каждая	0,5
Перекрыша (при высоте печи 2,1 м и менее) толщиной, см:	
14 и менее	0,75
14—21	0,5

Примечание. Устройство отступок менее 7 см не разрешается.

Теплоустойчивость помещения характеризуется величиной амплитуды колебания температуры воздуха A_t относительно среднего уровня, установленного нормами для помещений данного вида за промежуток времени между топками, который, как правило, принимается равным 12 ч (две топки в сутки).

В жилых домах, лечебных и детских учреждениях амплитуда колебаний A_t в течение суток не должна превышать $\pm 3°$.

При проверке печного отопления помещений на теплоустойчивость необходимо знать коэффициент неравномерности теплоотдачи печи M [см. формулу (3.56)],

$$M = \frac{Q_{макс} - Q_{мин}}{2Q_{ср}},$$

где $Q_{макс}$, $Q_{мин}$ и $Q_{ср}$ — соответственно максимальная, минимальная и средняя теплоотдача, ккал/ч (за время между топками $z = 12$ ч).

Величины $Q_{ср}$ и M для печей испытанных и рекомендуемых конструкций (при топке дровами) приведены в табл. 19.1—19.8, а также в альбомах типовых чертежей печей.

При топке антрацитом M уменьшается на 25%.

Амплитуду колебаний A_t определяют по формуле Л. А. Семенова, приведенной в ГОСТ 4057—48:

$$A_t = 0,7 \frac{MQ}{\Sigma \dfrac{1}{\dfrac{1}{\alpha_в} + \dfrac{1}{У}} F_о} = 0,7 \frac{M}{\Sigma BF_о}, \quad (19.1)$$

где Q — расчетные теплопотери помещения, ккал/ч;

$У$ — коэффициент теплоусвоения внутренней поверхности каждого ограждения при двух топках в сутки, ккал/(м²·ч·°С); определяется по методу, приведенному в ГОСТ 4057—48;

$\alpha_в$ — коэффициент теплообмена внутренней поверхности ограждения (см. табл. 3.1);

$F_о$ — площади наружных и внутренних ограждений помещения (по внутренним размерам), м²;

B — коэффициент теплопоглощения поверхности ограждения, ккал/(м²·ч·°С) [см. формулу (3.37)]

$$B = \frac{1}{\dfrac{1}{\alpha_в} + \dfrac{1}{У}}.$$

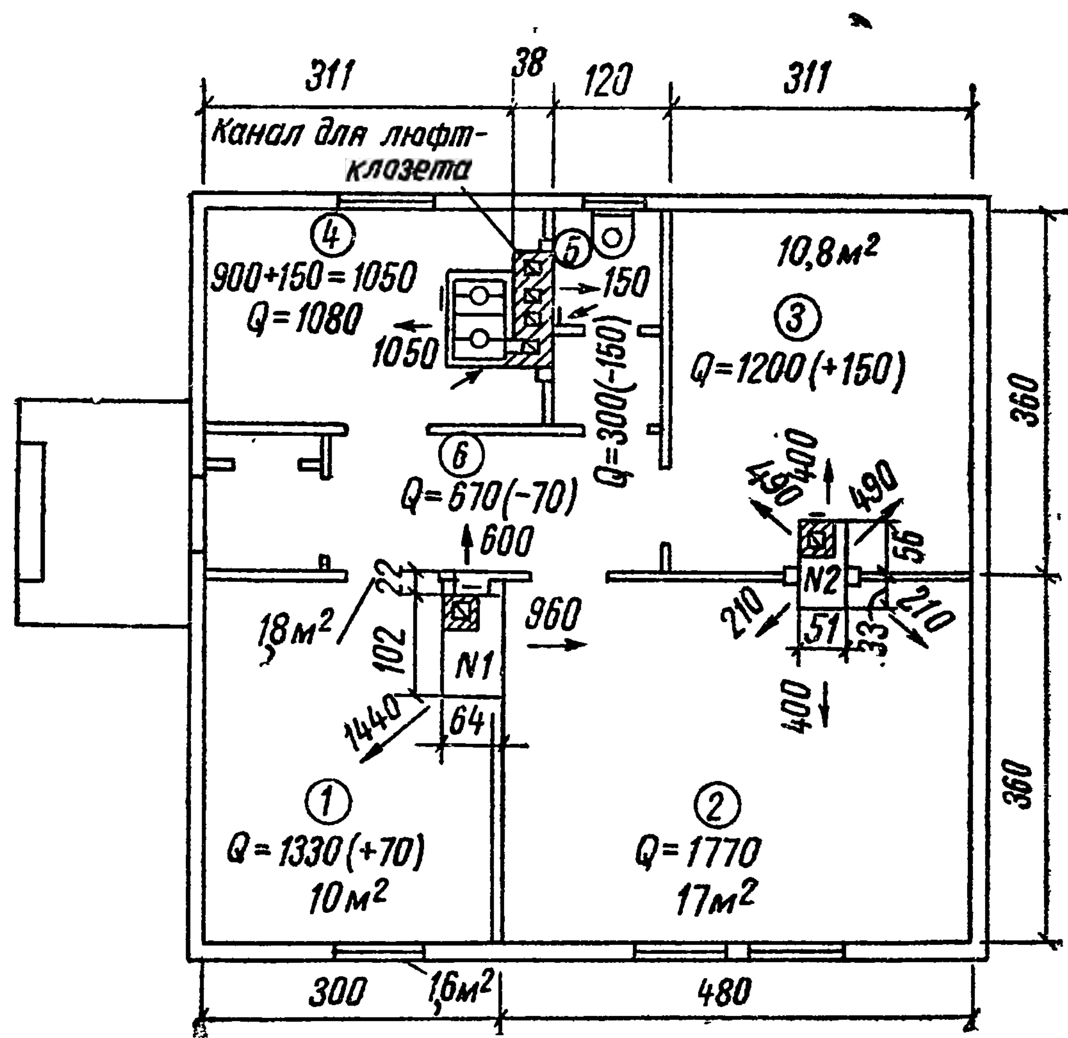


Рис. 19.12. План одноквартирного жилого дома

Значения коэффициента B при двух топках в сутки для некоторых ограждающих конструкций приведены в табл. 19.12.

Снижения величины A_t можно достичь, выбирая печь с меньшим значением коэффициента M, изменяя конструкции ограждений, соответственно повышая коэффициент B и уменьшая теплопотери помещения Q.

При установке печей с коэффициентом неравномерности M от 0,4 до 0,2 (при двух топках в сутки) на теплоустойчивость достаточно проверять только угловые помещения. При $M < 0,2$ проверки помещений на теплоустойчивость не требуется (см. табл. 19.1 и 19.7).

ТАБЛИЦА 19.12

[illegible]ЭФФИЦИЕНТ ТЕПЛОПОГЛОЩЕНИЯ *B* [illegible]ЕРХНОСТИ НЕКОТОРЫХ ОГРАЖДЕНИЙ ПРИ ДВУХ ТОПКАХ В СУТКИ (ПО Л. А. СЕМЕНОВУ)

[illegible]ция ограждения	Коэффициент *B*, ккал/(м²·ч·°C)
Наружные стены	
[illegible]ая стена со штукатур[illegible] [illegible]створе.	
[illegible]ом	4,47
[illegible]м	4,41
[illegible]вянная стена (рубленая, [illegible]):	
[illegible]штукатурки	3,12
[illegible]звестковой штукатуркой	3,7
[illegible]рукция, состоящая из [illegible]органической штукатурки [illegible]ой 20 мм, досок толщи[illegible] мм, утеплителя или воз[illegible] прослойки	3,45
[illegible] из досок толщиной 25 мм [illegible]ушными прослойками, раз[illegible]ыми бумажными перего[illegible]ми или заполненными ка[illegible]бо утеплителем	3,12
Внутренние стены и перегородки	
[illegible]на кирпичная на холодном [illegible]воре со штукатуркой	4,3
[illegible]ревянная стена (рубленая, [illegible]овая, дощатая) толщиной [illegible]енее 50 мм:	
без штукатурки	2,9
[illegible] известковой штукатуркой	3,62
[illegible]нструкция, состоящая из [illegible] органической штукатурки [illegible]щиной 20 мм и досок толщи[illegible] не менее 30 мм	3,4
То же, досок толщиной 16 мм [illegible]галита	2,68
[illegible]адка из теплобетонных кам[illegible] γ=1200 кг/м³	3,94
Чердачные перекрытия	
Деревянный потолок толщиной [illegible] менее 25 мм без штукатурки	3,12
Конструкция, состоящая из [illegible]анеры толщиной 5 мм, воздуш[illegible] прослойки и горбылей толщиной не менее 20 мм	2,35
Полы	
Полы на лагах над холодным [illegible]дпольем и полы, утепленные [illegible] толщине верхнего настила [illegible] менее 25 мм	2,57
Деревянный настил пола толщиной не менее 25 мм в междуэтажном перекрытии	2,43
Окна и двери	
Окна и застекленные двери в [illegible]ойных переплетах	2,3
Деревянные внутренние двери	2,5

Примечание. Значения *B* для любой другой конструкции [illegible]граждения могут быть вычислены по методу, изложенному в ГОСТ 4057—48 и в работах Л. А. Семенова, а также по материалам главы 3.

Пример 19.1. Требуется рассчитать печное отопление для одноквартирного дома (рис. 19.12).

Стены щитовые с легким утеплителем, полы деревянные на лагах, чердачное перекрытие с легким утеплителем, высота помещений в чистоте 2,7 м; топливо — дрова. Расчетная наружная температура $t_н$=—30 °C. Внутренняя температура: жилых комнат $t_в$ =18 °C, кухни 15 °C, уборной 16 °C.

Решение. К установке намечены толстостенные печи. Теплопроизводительность печей принимается по табл. 19.1 при двух топках в сутки.

Теплопотери Q помещениями показаны на рис. 19.12. Общие теплопотери помещениями квартиры составляют 6350 ккал/ч. Этому количеству теплопотерь должна соответствовать суммарная производительность печей, включая плиту в щиток.

Печи подбирают и размещают так, чтобы их теплоотдача в каждое помещение соответствовала его теплопотерям.

При размещении печей допускается отклонение их расчетной теплоотдачи от теплопотерь: для жилых комнат ±15%, для кухни — занижение до 25% (предполагается усиленная топка плиты в сильные морозы). В передней и уборной допускается частичная компенсация теплопотерь за счет повышенной теплоотдачи печей в смежных жилых комнатах.

Исходя из этих соображений, намечают следующие отопительные устройства.

В кухне *4* устанавливают плиту размером 102×64 см с духовым шкафом (табл. 19.8) и отопительный щиток размером 89×38 см (табл. 19.8) с увеличением размера до 115×38 см для размещения дополнительного вентиляционного канала из выгребной ямы. Плита и щиток вместе могут дать тепла в помещение кухни 900+150=1050 ккал/ч. Такая теплоотдача практически отвечает потребности в 1080 ккал/ч.

Вторая сторона щитка может отдать 150 ккал/ч в уборную, но в уборной требуется 300 ккал/ч. Недостающие 150 ккал/ч компенсируются за счет смежных помещений. Относим эту величину к комнате *3*.

Для отопления комнаты *1*, частично комнаты *2* и передней принимают печь размером в плане 64×102 см теплопроизводительностью 3000 ккал/ч (табл. 19.1). Печь располагают так, чтобы в комнату *1* поступало тепла 1440 ккал/ч (потребуется 1330 ккал/ч), а в переднюю *6*—600 ккал/ч (потребуется 670 ккал/ч). Недостаток теплоотдачи в переднюю, равный 70 ккал/ч, будет компенсироваться за счет избыточного тепла, поступающего в комнату *1*. Кроме того, в комнату *2* поступит с одной стороны печи № 1 960 ккал/ч.

Для комнат *2* и *3* и частично уборной *5* требуется печь № 2, обеспечивающая теплоотдачу (1770—960)+(1200+150)=2160 ккал/ч.

Принимают печь размером в плане 51×89 см с теплоотдачей 2200 ккал/ч (по табл. 19.1).

Для обеспечения необходимой теплоотдачи печь № 2 относительно перегородки располагают так, чтобы она входила в комнату *3* на 56 см, а в комнату *2* на 33 см. При этом печь будет отдавать в комнату *2*—400+2·210=820 ккал/ч (требуется 810 ккал/ч); в комнату *3*—400+2·490=1380 ккал/ч (требуется 1350 ккал/ч).

Примечание. Распределение теплоотдачи по отдельным стенкам печи обычно дается в типовых чертежах печей или принимается пропорционально размерам стенок в плане.

Суммарная теплоотдача всех принятых печей

$$\Sigma Q = 900 + 300 + 3000 + 2200 = 6400 \text{ ккал/ч},$$

т. е. вполне соответствует расчетным теплопотерям, равным 6350 ккал/ч.

Результаты расчета сведены в табл. 19.13.

Проверка жилых комнат на теплоустойчивость. Для расчета необходимо знать состав конструкций ограждений и величины коэффициентов *B* (см. табл. 19.12).

Проверочный расчет для комнаты *1* сведен в табл. 19.14.

$$\Sigma BF_0 = 150{,}4 \text{ ккал/(ч·°C)}.$$

Намеченная к установке печь № 1 имеет коэффициент неравномерности M=0,18.

Амплитуда колебаний температуры находится по формуле (19.1):

$$A_t = \frac{0{,}7MQ}{\Sigma BF_0} = \frac{0{,}7 \cdot 0{,}18 \cdot 1330}{150{,}4} = 1{,}1° < 3°,$$

т. е. амплитуда колебаний температуры воздуха в комнате *1* в течение суток при двух топках в сутки при низшей расчетной температуре $t_н$ =—30° C не будет выходить за допустимые пределы. Следовательно, намеченная к установке печь обеспечит в комнате нормальные температурные условия.

Если бы для данного случая (топливо — дрова) была предварительно выбрана каркасная печь повышенного прогрева типа МВМС-63 (см. табл. 19.4) теплопроизводительностью 1500 ккал/ч с соответствующим коэффициентом M=0,6, то амплитуда колебаний температуры была бы

$$A_t = \frac{0{,}7 \cdot 0{,}6 \cdot 1330}{150{,}4} = 3{,}7° > 3°,$$

ТАБЛИЦА 19.13

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛООТДАЧИ ПЕЧЕЙ ПО ОТДЕЛЬНЫМ ПОМЕЩЕНИЯМ (К ПРИМЕРУ РАСЧЕТА)

№ помещения	Назначение помещения	Теплопотери Q, ккал/ч	Теплоотдачи печей		Излишек или недостаток тепла, ккал/ч	Примечание
			№ печи	Q, ккал/ч		
1	Жилая комната	1330	№ 1	1440	+110	Излишек тепла отнесен к передней и кухне
2	То же	1770	№ 1 № 2	960 820	+10	
			Итого	1780		
3	»	1200	№ 2	1380	+180	Излишек тепла отнесен к уборной
4	Кухня	1030	Плита Щиток	900 150	—30	
			Итого	1050		
5	Уборная	300	Щиток	150	—150	Недостача тепла компенсируется печью комнаты *3*
6	Передняя	670	№ 1	600	—70	То же, печью комнаты *1*
	Итого	6350	Итого	6400	+50	

ТАБЛИЦА 19.14

ПРОВЕРОЧНЫЙ РАСЧЕТ КОМНАТЫ *1* НА ТЕПЛОУСТОЙЧИВОСТЬ

Вид ограждения	Площадь с внутренней стороны F_0, м²	Коэффициент теплопоглощения поверхности ограждения B, ккал/(м²·ч·°С)	Теплопоглощение поверхности ограждения BF_0, ккал/(ч·°С)
Наружные стены	$(3+3,6)\cdot 2,7-1,6=16,2$	3,45	$3,45\cdot 16,2=56$
Перегородки	$(2,4+2,3)\cdot 2,7-1,8=10,9$	3,4	$3,4\cdot 10,9=37$
Пол	10	2,57	$2,57\cdot 10=25,7$
Потолок	10	2,35	$2,35\cdot 10=23,5$
Окно	1,6	2,3	$2,3\cdot 1,6=3,7$
Дверь	1,8	2,5	$2,5\cdot 1,8=4,5$

$$\Sigma BF_0=150,4$$

т. е. в помещении колебания температуры выходили за допустимые пределы (±3°). Следовательно, в домах с облегченными конструкциями стен и потолков необходимо осторожно применять печи со стенками в ¼ кирпича. Кроме того, всегда следует учитывать, какое топливо будут сжигать в печи.

Если бы в данном случае топливом служил каменный уголь, то M следовало бы принять на 25% ниже величины, указанной в табл. 19.4, и печь МВМС-63 можно было бы применить, так как

$$A_t=\frac{0,7(0,75\cdot 0,6)1330}{150,4}=2,9<3°.$$

Аналогично делаются проверочные расчеты для комнат *2* и *3*.

Комната 2

$Q=1770$ ккал/ч, $\Sigma BF_0=207$ ккал/(ч · °С).

Обогревающие эту комнату печи № 1 и 2 имеют величины M, равные соответственно 0,18 и 0,3. Приведенное значение коэффициента M с учетом доли теплоотдачи будет равно 0,236.

$$A_t'=\frac{0,7\cdot 0,236\cdot 1770}{207}=1,41<3°,$$

т. е. удовлетворяет норме.

Комната 3

$Q=1200$ ккал/ч, $\Sigma BF_0=167$ ккал/(ч·°С). Печь имеет $M=0,3$.

$$A_t=\frac{0,7\cdot 0,3\cdot 1200}{167}=1,6<3°.$$

19.4. Основания под печи и дымовые каналы

А. ОСНОВАНИЯ ПОД ПЕЧИ

Печи массой более 750 кг и коренные трубы следует устанавливать на фундаменты из бетонных блоков или бутового камня.

Печи можно опирать также на междуэтажное перекрытие, если оно специально рассчитано на статическую нагрузку от них и соблюдены противопожарные требования для защиты сгораемых конструкций пола.

Печь 2-го этажа допускается опирать на печь 1-го этажа при толщине стенок последней не менее ½ кирпича. Для равномерного распределения нагрузки по верху нижней печи (если один из ее размеров в плане превышает 64 см) следует укладывать железобетонную плиту с отверстием для дымохода.

Б. ДЫМОВЫЕ КАНАЛЫ

Число дымовых каналов должно соответствовать числу присоединяемых к ним печей и кухонных плит. Все каналы выводятся над кровлей раздельно.

Запрещается присоединять к одному дымовому каналу две и более печи, кухонные плиты или другие очаги, расположенные на разных этажах.

Присоединение к одному дымоходу двух очагов разрешается, если они находятся на одном этаже и в одной квартире. При этом в канале должна быть устроена рассечка толщиной 12 см (½ кирпича) на высоту не менее 75 см (рис. 19.13). Присоединение к одному каналу допускается и без устройства рассечки, но при условии, что расстояние по высоте между вводами патрубков составит не менее 75 см.

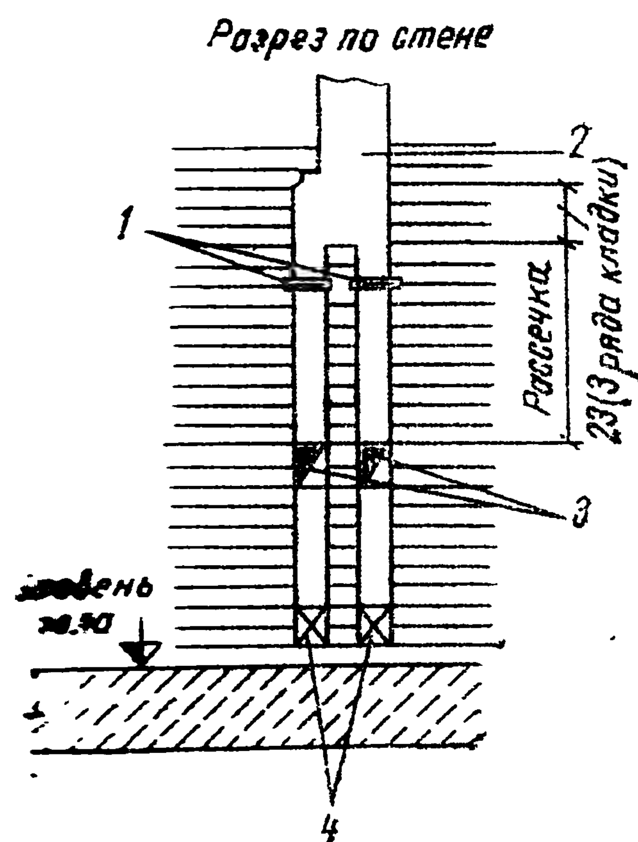


Рис. 19.13. Схема присоединения к одному дымовому каналу двух печей или кухонных плит

1 — дымовая задвижка; 2 — общий канал размером 14×27 см; 3 — отверстия для присоединения двух печей или кухонных плит; 4 — прочистные отверстия

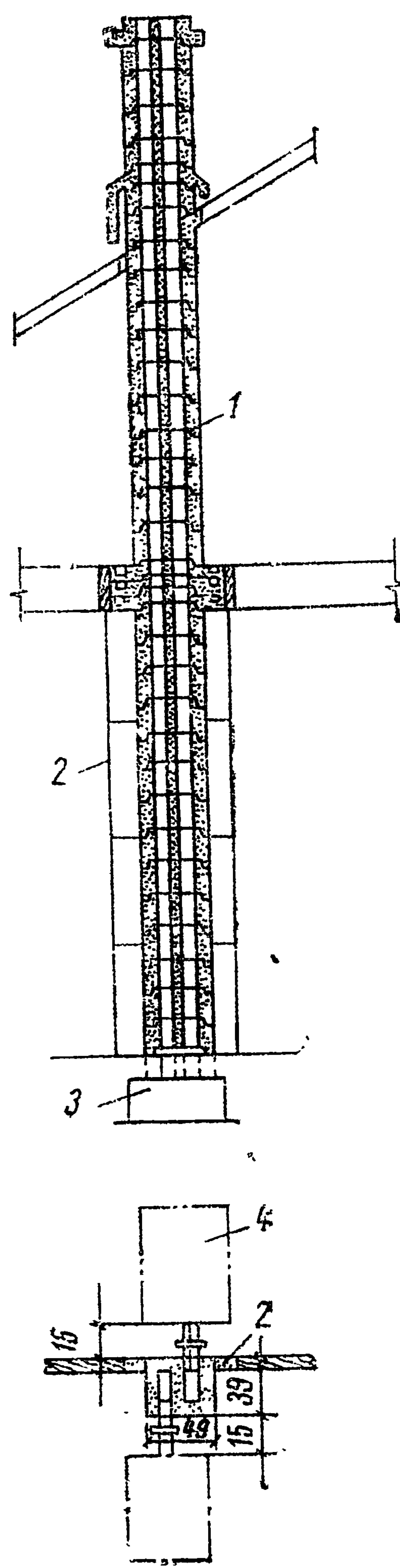


Рис. 19.14. Коренная труба на два канала из бетонных блоков

1 — блоки трубы; 2 — блоки разделки; 3 — фундамент; 4 — печь

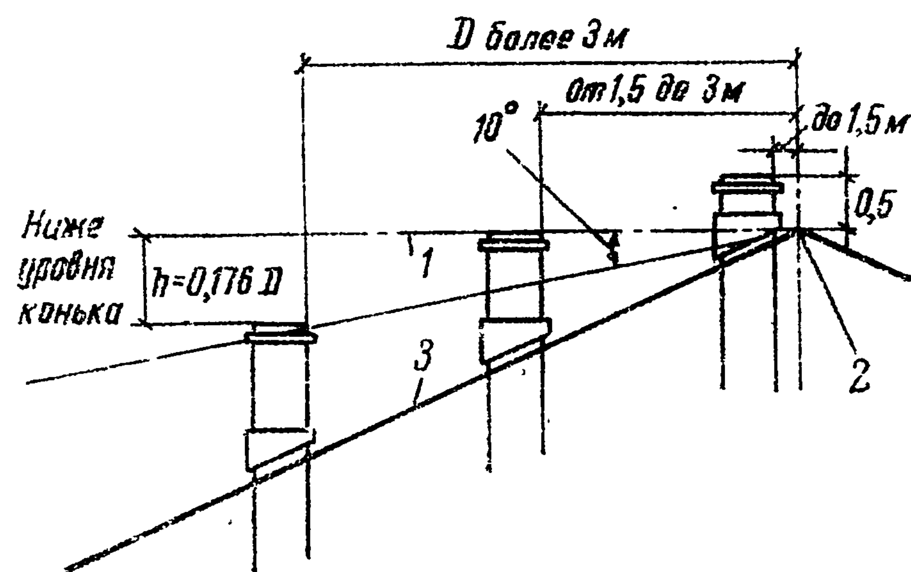


Рис. 19.15. Схема расположения дымовых каналов над кровлей относительно конька крыши

1 — уровень конька; 2 — конек крыши; 3 — кровля

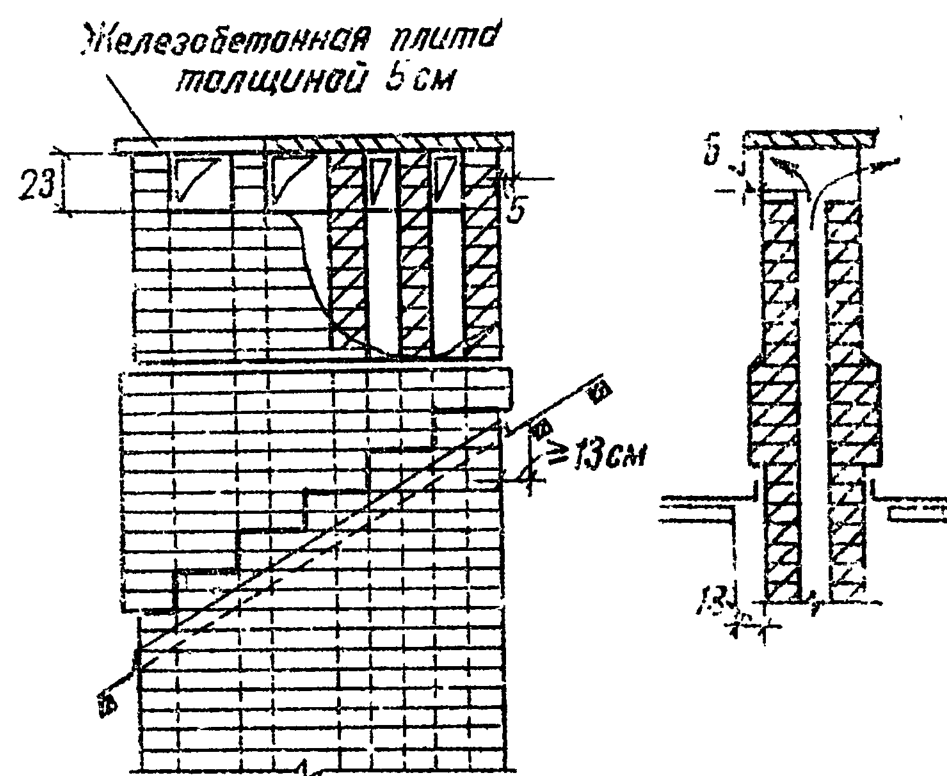


Рис. 19.16. Схема дымовых каналов, перекрытых железобетонной плитой

ТАБЛИЦА 19.15

СЕЧЕНИЕ ДЫМОВЫХ КАНАЛОВ (ПО ГОСТ 2127—47)

Теплоотдача печи при двух топках в сутки, ккал/ч	Размеры сечения канала	
	см	кирпичи
3000	14×14	1/2×1/2
3000—4500	14×20	1/2×3/4
4500—6000	14×27	1/2×1
Свыше 6000	20×27	3/4×1

Сечение общего канала в обоих случаях следует соответственно увеличивать. На каждом присоединении устанавливается дымовая задвижка.

Места приемных отверстий на дымовых каналах в стенах или коренных трубах должны соответствовать положению выводных дымовых патрубков у печей и кухонных плит.

Сечение дымовых каналов принимается по табл. 19.15 в зависимости от производительности печи.

Наружные стенки каналов и перегородки между ними должны иметь толщину не менее ½ кирпича.

Наружные стенки проходящих через лежащие выше этажи здания дымовых каналов от очагов с продолжительной и интенсивной топкой, например от кухонных плит столовых, детских и подобных учреждений, должны иметь толщину не менее 25—38 см.

Если стены здания выполняются из шлакобетонных камней, щелевого и силикатного кирпича, то кладку участков стен с дымовыми каналами следует предусматривать из обыкновенного глиняного кирпича. Для устройства дымовых каналов в таких случаях можно применять специальные жароупорные бетонные блоки, керамические или асбестоцементные трубы, эквивалентные по размерам сечений указанным в табл. 19.15.

Коренная дымовая труба из бетонных блоков изображена на рис. 19.14.

При отсутствии в печах или на отводящих дымовых патрубках задвижек последние следует устанавливать

на дымовых каналах в стенах или коренных трубах. Число задвижек должно быть: при топке печей дровами — две установленные последовательно, при топке топливом прочих видов — одна с просверленным отверстием $d=10—15$ мм.

К дымовым каналам в стене или коренной трубе печи присоединяют с помощью коротких патрубков или рукавов длиной не более 2 м. Дымовые трубы следует выводить выше кровли на высоту, которая зависит от расстояния дымовой трубы до конька кровли (рис. 19.15).

Во всех случаях устье трубы должно возвышаться над кровлей не менее чем на 0,5 м. В особых случаях (для обеспечения надежной тяги и предупреждения обратной тяги) трубу выводят на бо́льшую высоту. Например, в том случае, когда дымовую трубу выводят вблизи высокой стены соседнего здания, где может образовываться ветровой подпор или отапливаемое помещение расположено в пристроенной низкой части более высокого здания и сообщается с последним.

Общая высота дымовой трубы от колосниковой решетки до устья должна быть не менее 5 м.

Устанавливать металлические зонты или дефлекторы на дымовых трубах не рекомендуется. Для защиты кладки оголовков от разрушения атмосферными осадками их торцы облицовывают кровельной сталью или оштукатуривают цементным раствором, а для защиты каналов от попадания дождевой воды их можно перекрывать железобетонной плитой (рис. 19.16).

В основании каждого дымового канала устраивается прочистное отверстие.

В чердачных помещениях устройство горизонтальных боровов и прочистных отверстий не допускается.

Размещение в стенах здания дымовых и примыкающих к ним вентиляционных каналов рекомендуется показывать на строительных чертежах проекта в виде разверток с указанием приемных и прочистных отверстий, наклонных уводов, задвижек и других деталей со всеми размерами, необходимыми для производства строительных работ.

В сейсмических районах печи, дымовые трубы и связанные с ними строительные конструкции необходимо усиливать каркасами, армированием проволокой и кожухами из кровельной стали.

19.5. Противопожарные мероприятия

При проектировании печного отопления должны быть строго соблюдены все правила противопожарной защиты строительных конструкций.

Чертежи изоляции сгораемых строительных конструкций, примыкающих к печам, кухонным плитам и дымовым трубам, даны в альбомах типовых чертежей печей и плит.

Основные противопожарные требования заключаются в соблюдении определенных расстояний (отступок) между печами, кухонными плитами и каналами, с одной стороны, и сгораемыми конструкциями здания, с другой, а также в применении разделок (утолщений кладки стенок каналов) и изоляции сгораемых конструкций (табл. 19.16 и 19.17).

Воздушные промежутки (отступки) у печей со стенками толщиной 7 см и менее следует оставлять открытыми со всех сторон. Отступки у печей со стенками толщиной 12 см можно с боков и сверху заделывать стенками из кирпича или из других несгораемых материалов, оставляя сверху и внизу отверстия, закрываемые решетками с площадью живого сечения не менее 150 см² каждая.

О расположении топочных дверок см. п. 19.3 Б. Расстояние от топочной дверки до противоположной стены или перегородки должно быть не менее 1,25 м.

Примыкающую под углом к фронту печи сгораемую стену следует защищать от возгорания. При наличии сгораемого пола прибивают у топочной дверки металлический лист размером 70×50 см, закрывающий по длине 70 см участок пола и плинтуса под топочной дверкой.

Сгораемый пол под каркасными печами и кухонными плитами с металлическими ножками, а также под

ТАБЛИЦА 19.16

РАЗМЕРЫ ОТСТУПОК И СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ СГОРАЕМЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Печные устройства	Вид отступки	Размер отступки, см	Способы защиты сгораемых конструкций в отступках
Печи и кухонные плиты квартирного типа со стенками толщиной 120 мм (1/2 кирпича). Продолжительность топки до 3 ч	Открытая или закрытая с одной стороны	13	Штукатурка толщиной 25 мм. Асбестовермикулитовые плиты толщиной 25 мм
То же	Закрытая с двух сторон	13	Кирпичная облицовка толщиной 65 мм (кирпич на ребро) на глиняном растворе. Асбестовермикулитовые плиты толщиной 40 мм
То же, со стенками толщиной 65 мм (кирпич на ребро)	Открытая с двух сторон	32	Штукатурка толщиной 25 мм. Асбестовермикулитовые плиты толщиной 40 мм
Бетонные печи с толщиной стенок 40—60 мм	То же	32	То же
Отопительные печи длительного горения (типа АКХ-9)	Открытая	26	»
Печи и плиты со стенками толщиной 120 мм (1/2 кирпича). Продолжительность топки свыше 3 ч	»	26	То же, или кирпичная облицовка толщиной 65 мм (кирпич на ребро) на глиняном растворе
То же	Закрытая	26	Кирпичная облицовка толщиной 120 мм (1/2 кирпича) на глиняном растворе
Металлические печи без футеровки	Открытая	100	Штукатурка толщиной 25 мм
Металлические печи с футеровкой	»	70	То же

Примечание. Во всех случаях в качестве изоляции можно применять только «мокрую» штукатурку.

ТАБЛИЦА 19.17

РАЗМЕРЫ РАЗДЕЛОК У КАНАЛОВ, В ПЕРЕКРЫТИЯХ И СТЕНАХ

[illegible] устройство	Наименьшие допускаемые расстояния, см, от внутренней поверхности канала до сгораемой конструкции	
	незащищенной от возгорания	защищенной от возгорания
[illegible]тельные печи перио-[illegible]го действия с про-[illegible]тельностью топки, ч:		
[illegible]	38	25
[illegible]е 3	51	38
[illegible]тельные печи дли-[illegible] горения (типа [illegible])	38	25
[illegible]ые плиты квартир-[illegible]а, работающие на [illegible] топливе	38	25
[illegible]ые водонагреватели [illegible]ого типа	25	25
[illegible]ые плиты в пред-[illegible] общественного пи-[illegible] в общежитиях	51	38
[illegible]рованные кухон-[illegible]ты со встроенными [illegible] и отдельные котлы [illegible]ого отопления	38	25

[illegible]мечание. Защита конструкции от возгорания в преде-[illegible]лок и закрытых отступок производится слоем асбесто-[illegible]тона толщиной не менее 10 мм или двумя слоями строи-[illegible] войлока, пропитанного в глиняном растворе.

ТАБЛИЦА 19.18

РАССТОЯНИЯ ОТ ВЕРХА ПЕРЕКРЫШИ ДО ПОТОЛКА, СМ

Печи	Потолок защищен от возгорания	Потолок не защищен от возгорания
Теплоемкие	35	25
Нетеплоемкие	100	70

Примечания: 1. Указанные в таблице расстояния 35 и 25 см относятся к толстостенным печам, у которых, перекрыша выполняется из трех рядов кирпичной кладки (см. рис. 19.1 и 19.3).

2. Потолок над печью может быть защищен от возгорания асбестовым картоном толщиной 8 мм или штукатуркой толщиной 25 мм.

металлическими печами изолируют слоем асбестового картона толщиной 12 мм с обивкой сверху кровельной сталью. Металлические нетеплоемкие печи должны иметь ножки высотой не менее 200 мм.

От верхней плоскости перекрыши печи до сгораемого потолка следует соблюдать расстояние не менее указанного в табл. 19.18. Промежуток между верхом толстостенной печи и потолком можно закрывать с боков кирпичными стенками при увеличении толщины перекрыши до четырех рядов кладки и изоляции потолка.

Не допускается размещать деревянные балки перекрытия в междуэтажном пространстве двухъярусных печей (см. рис. 19.2).

Глава 20. ВНУТРЕННИЕ СИСТЕМЫ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

20.1. Классификация систем

По способу раздачи горячей воды и источнику тепла внутренние системы горячего водоснабжения делятся на три основные группы:

1) централизованные (единые) системы с внешним источником тепла, т. е. с получением тепла от тепловых сетей теплофикационных систем или систем районного теплоснабжения;

2) централизованные (единые) системы с внутренним источником тепла, т. е. с получением тепла от собственной местной котельной;

3) децентрализованные системы, в том числе поквартирные установки, с приготовлением горячей воды в нескольких внутренних генераторах тепла.

Схему присоединения централизованных систем с внешним источником тепла к тепловым сетям[1] выбирают в зависимости от конкретных условий:

а) вида теплоносителя в сетях (вода, пар);

б) типа системы теплоснабжения (открытая, закрытая) и ее конструктивных особенностей (двухтрубная, трехтрубная, четырехтрубная);

в) возможности установки у абонентов баков-аккумуляторов горячей воды (верхних или нижних);

г) соотношения расчетных расходов тепла на нужды горячего водоснабжения и отопления (значения $\rho = Q^{\text{макс}}_{\text{г.в}}/Q_{\text{о}}$) — при отсутствии у абонентов специальных баков-аккумуляторов горячей воды.

Приготовление горячей воды в централизованных системах с внутренним источником тепла осуществляется или непосредственно в водогрейных котлах, или в пароводяных поверхностных либо смесительных подогревателях с получением пара от паровых котлов. Возможно использование промежуточных водоводяных подогревателей и при водогрейных котлах.

В децентрализованных системах применяют различные источники тепла:

в жилых зданиях при централизованном газоснабжении — газовые водонагреватели (в зданиях любой этажности), при отсутствии газоснабжения — дровяные колонки (в зданиях с числом этажей до пяти) или генераторы тепла, располагаемые в топливниках кухонных плит, в сочетании с баком-аккумулятором либо емкостным подогревателем;

в бытовых помещениях промышленных предприятий при числе душей до пяти или при расчетном расходе тепла на нужды горячего водоснабжения до 50 тыс. ккал/ч — индивидуальные пароводяные или водоводяные подогреватели;

в кухнях столовых и ресторанов — генераторы тепла, располагаемые в топливниках плит.

При расчете производительности генератора тепла, располагаемого в топливнике обычной плиты, площадь его поверхности нагрева принимают равной 0,3—0,5 м², в топливнике плиты ресторанного типа — до 1,3 м². Тепловое напряжение генератора тепла Q/H от 10 до 12 тыс. ккал/(ч·м²). Продолжительность топки плиты в жилых зданиях 2,5 ч в сутки, в кухнях столовых и ресторанов 8—12 ч в сутки.

При расположении генераторов тепла в топливниках плит вода в аккумуляторах может нагреваться или

[1] См. раздел V «Тепловые вводы».

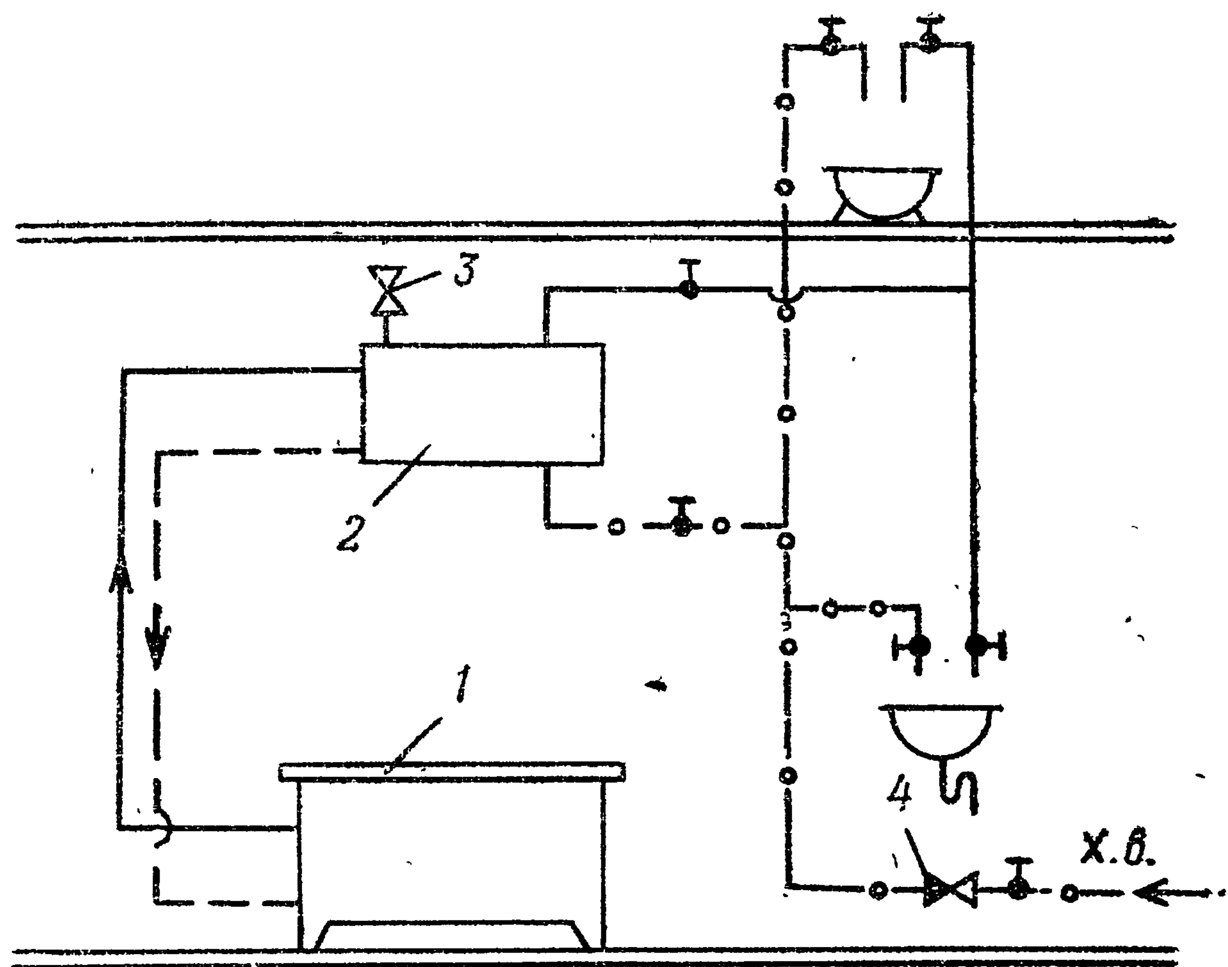


Рис. 20.1. Схема непосредственного соединения генератора тепла с аккумулятором

1 — плита (генератор тепла); 2 — бак-аккумулятор; 3 — предохранительный клапан $d=20$ или 25 мм; 4 — обратный клапан

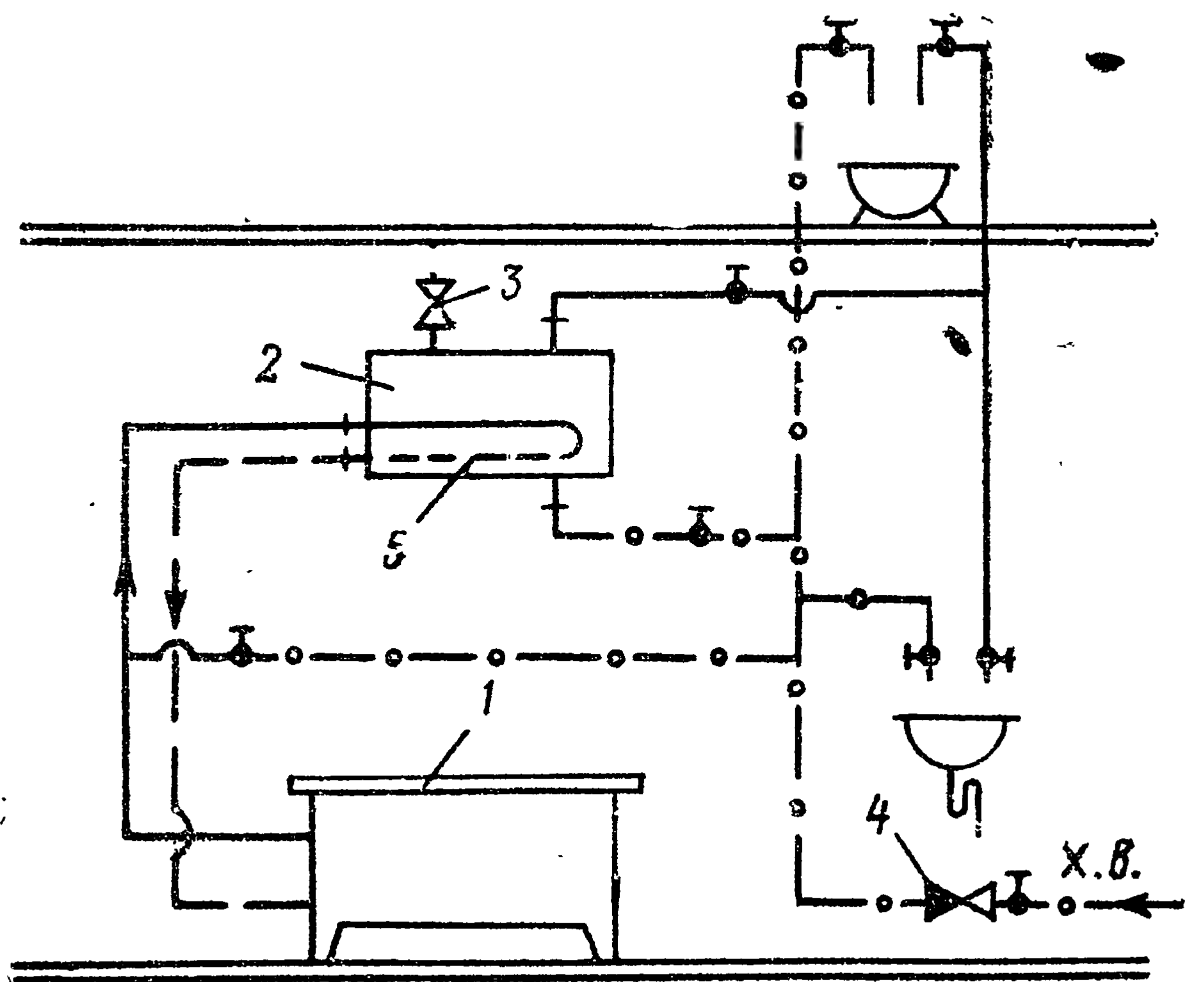


Рис. 20.2. Схема с емкостным подогревателем

1 — плита (генератор тепла); 2 — водонагреватель; 3 — предохранительный клапан $d=20$ или 25 мм; 4 — обратный клапан; 5 — змеевик

... циркуляции по системе бак-аккумулятор — ... тепла (рис. 20.1) или от змеевика, располага... в емкостном закрытом подогревателе, являющем... одновременно аккумулятором горячей воды (рис. 20.2). Устройства без змеевика в аккумуляторе недолговечны вследствие быстрого зарастания на... генератора и циркуляционных труб.

Примечания: 1. Не допускается применять индивиду... газовые водонагреватели в ванных комнатах при номе... гостиниц, при жилых комнатах домов отдыха и санаториев; в ... (за исключением буфетов); в душевых при спортивных ... и котельных.

2. Газовые водонагреватели изготовляют двух типов: одно... (полуавтоматические), применяемые при одной и двух ... водоразбора, находящихся в непосредственной близости от нагревателя, и многоточечные (автоматические), применяе... при нескольких (до пяти) точках водоразбора, находящихся ... расстоянии от нагревателя.

3. Применение электрических водонагревателей должно быть ... технико-экономическими расчетами.

20.2. Требования, предъявляемые к воде

Вода в системах бытового и производственно-бытового горячего водоснабжения должна удовлетворять требованиям ГОСТ 2874—73 «Вода питьевая». В системах с непосредственным разбором горячей воды из тепловых сетей допускается отклонение качества воды от требований этого ГОСТа в соответствии с указаниями главы СНиП II-Г.10-62 «Тепловые сети. Нормы проектирования».

В централизованных системах горячего водоснабжения в зависимости от качества подпиточной воды (ее жесткости, наличия агрессивной углекислоты, значения pH и т. д.) следует предусматривать мероприятия для предотвращения накипеобразования и внутренней коррозии трубопроводов и оборудования.

Необходимость умягчения горячей воды в банях и прачечных определяется указаниями глав СНиП II-Л.13-62 и СНиП II-Л.14-62.

20.3. Температуры и нормы расхода горячей воды

Согласно указаниям главы СНиП II-Г.8-62, температура горячей воды в точках водоразбора должна быть не ниже 60° С, а после подогревателя не должна превышать 75° С.

Нормы расхода горячей воды с $t_г = 65°$ С приведены в табл. 20.1. Если температура подаваемой к водоразборным кранам воды отличается от $t_г = 65°$ С, то норму расхода воды a_t находят по формуле

$$a_t = a_{65}\frac{t_г - t_х}{65 - t_х}, \qquad (20.1)$$

где a_{65} — норма расхода горячей воды на 1 потребителя при $t_г = 65°$ С, л/сутки;

$t_г$ — температура горячей воды, поступающей к смесителю, °С;

$t_х$ — температура холодной воды, °С (обычно принимается равной 5° С).

Нормы расхода смешанной (потребляемой) воды, а также температура смешанной воды приведены в табл. 20.2. Норму расхода горячей воды $b_г$ определя-

ТАБЛИЦА 20.1

НОРМЫ РАСХОДА ГОРЯЧЕЙ ВОДЫ (ПО СНиП II-Г.8-62)

Потребитель	Единица измерения	Норма водопотребления, л, при $t_г = 65°$ С
Жилые здания квартирного типа:		
оборудованные умывальниками, мойками и душами	1 человек в сутки	80—100
то же и сидячими ваннами	то же	100—110
то же и ваннами длиной от 1500 до 1700 мм	»	110—130
Жилые здания для одиноких и малосемейных	»	80—120
Общежития:		
с общими душевыми	»	40—50
то же, со столовыми и прачечными	»	50—60
Гостиницы и пансионаты:		
с общими ваннами и душевыми	»	50—60
с ваннами при 25% номеров	»	80—100
с ваннами при 75% номеров	»	120—160
с ваннами при всех номерах	»	160—200
Больницы, санатории общего типа и дома отдыха с общими ваннами и душевыми	1 койка в сутки	150—180
Санатории и дома отдыха с ваннами при всех жилых комнатах	то же	180—200
Больницы и санатории с грязеводолечением	»	200—250
Поликлиники и амбулатории	1 посетитель	5
Клубы, Дома культуры и театры:		
с общими душевыми	1 душевая сетка в 1 ч	160—180
с индивидуальными душевыми кабинами	то же	90—110
Бытовые помещения промышленных предприятий и спортивные сооружения с душевыми	»	270
Бани русского типа (без плавательных бассейнов)	1 посетитель	90—110
Бани комбинированного типа (без плавательных бассейнов)	то же	140—170
Ванно-душевые блоки:		
душевые кабины	»	240
ванные »	»	300

Продолжение табл. 20.1

Потребитель	Единица измерения	Норма водопотребления, л, при $t_г$=65° С
Прачечные:		
механизированные	1 кг сухого белья	20—25
немеханизированные	то же	15
Школы-интернаты	1 место в сутки	80—100
Учебные заведения и общеобразовательные школы с душевыми при гимнастических залах	1 учащийся в смену	7
Детские ясли-сады:		
с дневным пребыванием детей	1 ребенок в сутки	25
с круглосуточным пребыванием детей	то же	30
Предприятия общественного питания:		
приготовление пищи, потребляемой в предприятии	1 блюдо	4
то же, продаваемой на дом	то же	3
Водоразборная точка у технологического оборудования или мойка в столовых, кафе, чайных, кондитерских и магазинах	1 водоразборная точка в 1 ч	250—300
Краны умывальников общего пользования в предприятиях общественного питания	то же	55—65
Парикмахерские	1 место в сутки	40—60
Гаражи при ручной мойке машин:		
легковых	1 машина	150—200
грузовых	то же	200—300
автобусов	»	250—350

Примечания: 1. В таблице указаны среднесуточные расходы за период наибольшего потребления горячей воды.

2. Нормы расхода горячей воды на 1 койку в больницах, санаториях и домах отдыха приняты с учетом расходования воды столовой и прачечной.

3. Расходы воды на мойку автомашин надлежит принимать в зависимости от их типа и условий эксплуатации.

4 Более подробные нормы расхода воды для бань и прачечных приведены в главах СНиП II-Л.13-62 «Бани. Нормы проектирования» и СНиП II-Л.14-62 «Прачечные. Нормы проектирования».

5. Указанные в таблице нормы расхода горячей воды учтены в общих расходах холодной воды, приведенных в главе СНиП II-Г.1-70 «Внутренний водопровод зданий. Нормы проектирования».

6. Продолжительность действия душей на производственных предприятиях надлежит принимать равной 45 мин после смены.

ют в зависимости от ее температуры и температуры смешанной воды по формуле

$$b_г = b_{см} \frac{t_{см} - t_х}{t_г - t_х}, \qquad (20.2)$$

где $b_{см}$ — норма расхода смешанной (потребляемой) воды на 1 процедуру или 1 прибор при температуре смешанной воды $t_{см}$, л;

$t_г$ — температура горячей воды, поступающей к смесителю, °С.

ТАБЛИЦА 20.2

НОРМЫ РАСХОДА СМЕШАННОЙ ВОДЫ (ПО СНиП II-Г.1-70 И ОПЫТНЫМ ДАННЫМ)

Прибор или процедура	Единица измерения	Норма водопотребления, л	Температура потребляемой воды, °С
Жилые здания			
Ванна:			
сидячая длиной 1200 мм с душем	1 процедура	250	37
длиной 1500—1550 мм с душем	то же	275	37
длиной 1650 — 1700 мм с душем	»	300	37
без душа	»	200	37
Душ с душевым поддоном:			
глубоким	»	230	37
мелким	»	100—120	37
Умывальник	»	3—5	25
Мойка кухонная	»	8—10	65
Общественные здания			
Ванные кабины	1 посетитель	500	40
Душевые »	то же	400	40
Водоразборная колонка в мыльне	1 ч	1000—1500	40
Ванны без душа в мыльне (или душевой)	то же	600	40
Душ:			
нижний восходящий	»	1000	40
ребристый	»	1200—1500	40
Ножная ванна	»	200	40
Умывальник:			
в парикмахерской	»	10	35
» разлевальне или уборной	»	100	25
Мойка:			
в буфете	»	250	65
» лаборатории	»	60	65
Бытовые помещения промышленных предприятий			
Душ на производствах:			
требующих особого санитарного режима для обеспечения надлежащего качества продукции	1 процедура	40	37
связанных с выделением большого количества пыли или влаги, а также связанных с обработкой ядовитых веществ или зараженных материалов	то же	60	37
Полудуш	»	25	37
Душевая сетка в групповых душевых	1 ч	500	37

Продолжение табл. 20.2

Прибор или процедура	Единица измерения	Норма водопотребления, л	Температура потребляемой воды, °С
Умывальники групповые и индивидуальные			
для грязных производствах . . .	1 процедура	5	35
для чистых производствах . . .	то же	3	25
Умывальник в раздевальне или уборной	1 ч	180—200	35
Пивоваренные заводы			
На производство .	100 л пива	175—200	90
» мытье посуды .	то же	50—100	40—50
Хлебопекарни			
Ржаной хлеб . .	100 кг муки	700	30—40
Пшеничный хлеб .	то же	600	30—40
Гаражи			
С ручной мойкой машин:			
легковых . . .	1 процедура	500—700	20
грузовых . . .	то же	700—1000	20
автобусов . . .	»	800—1200	20
С механической мойкой машин:			
легковых . . .	»	1000—1500	20
грузовых . . .	»	1500—2000	20
автобусов . . .	»	1500—2000	20

20.4. Определение расчетных расходов горячей воды и тепла

В системах горячего водоснабжения расход горячей воды и соответственно расход тепла, необходимого для приготовления этой воды, колеблются как в отдельные недели, так и по дням недели и по часам суток. В связи с этим в практике применяют следующие понятия:

средний расход воды за сутки в неделю наибольшего водопотребления $A_{г.в}^{ср.н}$;

расход воды за сутки наибольшего водопотребления $A_{г.в}^{ср} = k_{сут} A_{г.в}^{ср.н}$, где $k_{сут} = A_{г.в}^{ср} / A_{г.в}^{ср.н}$ — коэффициент суточной неравномерности;

среднечасовой расход воды в неделю наибольшего водопотребления $G_{г.в}^{ср.н} = A_{г.в}^{ср.н}/24$;

среднечасовой расход воды за сутки наибольшего водопотребления $G_{г.в}^{ср} = A_{г.в}^{ср}/24$;

максимально-часовой расход воды $G_{г.в}^{макс} = k_ч G_{г.в}^{ср}$, где $k_ч = G_{г.в}^{макс} / G_{г.в}^{ср}$ — коэффициент часовой неравномерности;

мгновенный часовой расход воды (продолжительность 1—3 мин) $G_{г.в}^{мг}$ (рис. 20.3).

Среднечасовой расход горячей воды используют для определения производительности генераторов тепла и подогревателей при наличии у абонентов специальных баков-аккумуляторов горячей воды и при присоединении абонентов к тепловым сетям по схемам, предусматривающим использование теплоаккумулирующей способности здания для уменьшения пикового потребления тепла из тепловых сетей.

Максимально-часовой расход горячей воды используют для определения производительности генераторов тепла и подогревателей при отсутствии у абонентов специальных баков-аккумуляторов горячей воды и при присоединении абонентов к тепловым сетям по схемам, не предусматривающим использование теплоаккумулирующей способности зданий.

Мгновенный часовой расход горячей воды используют для определения диаметров подающих труб в местных системах горячего водоснабжения.

Максимально-часовой (расчетный) расход тепла на нужды горячего водоснабжения, ккал/ч, определяют по различным формулам в соответствии с видом потребителя горячей воды:

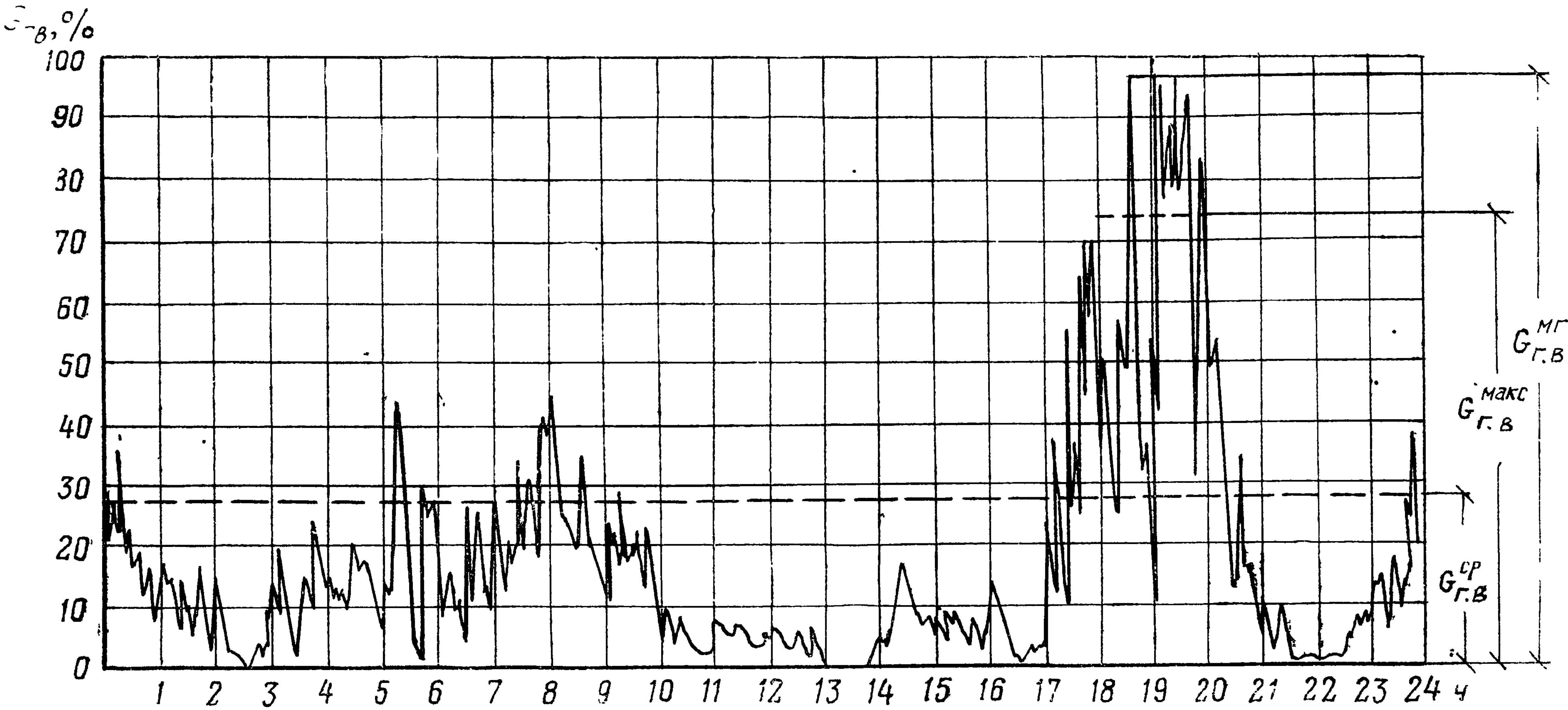


Рис. 20.3. Суточный график расхода горячей воды $G_{г.в}$ в жилом здании

1) для жилых зданий, гостиниц и больниц общего типа по числу потребителей (СНиП II-Г.8-62)

$$Q^{\text{макс}}_{\text{г.в}} = k_{\text{ч}} \frac{n_1 a (65 - t_{\text{х}})^*}{24}, \qquad (20.3)$$

где $k_{\text{ч}}$ — коэффициент часовой неравномерности потребления горячей воды, принимаемой по табл. 20.3—20.5;

n_1 — расчетное число потребителей;

a — норма расхода горячей воды на 1 потребителя, принимаемая по табл. 20.1;

65 — температура горячей воды, °С;

$t_{\text{х}}$ — температура холодной воды, °С (при отсутствии данных принимается равной 5° С);

ТАБЛИЦА 20.3

КОЭФФИЦИЕНТ ЧАСОВОЙ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ПОТРЕБЛЕНИЯ ГОРЯЧЕЙ ВОДЫ В ЖИЛЫХ ЗДАНИЯХ

Число жителей	50	100	150	200	250	300	500	1000	3000	6000 и более
$k_{\text{ч}}$	4,5	3,5	3	2,9	2,8	2,7	2,5	2,3	2,1	2

ТАБЛИЦА 20.4

КОЭФФИЦИЕНТ ЧАСОВОЙ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ПОТРЕБЛЕНИЯ ГОРЯЧЕЙ ВОДЫ В ГОСТИНИЦАХ

Число людей, проживающих в гостинице	60	150	300	400	600	900
$k_{\text{ч}}$	4,6	3,8	3,3	3,1	3	2,9

ТАБЛИЦА 20.5

КОЭФФИЦИЕНТ ЧАСОВОЙ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ПОТРЕБЛЕНИЯ ГОРЯЧЕЙ ВОДЫ В БОЛЬНИЦАХ ОБЩЕГО ТИПА

Число коек	35	50	75	100	200	300	500	1000
$k_{\text{ч}}$	3,2	2,9	2,6	2,4	2	1,9	1,7	1,6

2) для жилых зданий, оборудованных ваннами, с посемейным заселением квартир допускается применение упрощенной формулы, составленной исходя из числа квартир:

$$Q^{\text{макс}}_{\text{г.в}} = 10000\, n_2 k_1, \qquad (20.4)$$

где n_2 — число квартир в здании или группе зданий;

k_1 — коэффициент одновременности потребления горячей воды, принимаемой по табл. 20.6;

3) для предприятий общественного питания

$$Q^{\text{макс}}_{\text{г.в}} = n_3 a (65 - k_{\text{х}}), \qquad (20.5)$$

где n_3 — число реализованных блюд в 1 ч;

a — норма потребления горячей воды на приготовление 1 блюда, принимаемая по табл. 20.1.

ТАБЛИЦА 20.6

КОЭФФИЦИЕНТ ОДНОВРЕМЕННОСТИ ПОТРЕБЛЕНИЯ ГОРЯЧЕЙ ВОДЫ В ЖИЛЫХ ЗДАНИЯХ

Число квартир	6	10	25	50	100	150	200	300	400	1000 и более
k_1	0,6	0,49	0,39	0,34	0,31	0,29	0,27	0,26	0,25	0,24

Значение n_3 определяется по формуле

$$n_3 = 2{,}2\, m_1 m_2, \qquad (20.6)$$

где m_1 — число посадочных мест;

m_2 — число посадок в 1 ч, которое принимают для столовых открытого типа равным 2, для столовых промышленных предприятий и учебных заведений —3, для ресторанов — 1,5.

4) для бань

$$Q^{\text{макс}}_{\text{г.в}} = n_4 a (65 - t_{\text{х}}), \qquad (20.7)$$

где n_4 — число посетителей в 1 ч;

a — норма потребления горячей воды на 1 посетителя, принимаемая по табл. 20.1.

Примечание. Пропускную способность бань в 1 ч определяют по их вместимости (число мест в раздевальне) с коэффициентом 1,4—1,6;

5) для механизированных прачечных

$$Q^{\text{макс}}_{\text{г.в}} = \frac{n_5 a (65 - t_{\text{х}})}{T}, \qquad (20.8)$$

где n_5 — производительность прачечной, т. е. количество сухого белья, обрабатываемого в смену, кг;

a — норма расхода горячей воды на 1 кг сухого белья, принимаемая по табл. 20.1;

T — число часов работы в смену;

6) для душевых в школах, при спортивных сооружениях и на промышленных предприятиях расчетный часовой расход тепла определяют из условия одновременной работы всех душевых установок.

20.5. Расчет аккумуляторов и подогревателей горячей воды[1]

Емкость аккумуляторов горячей воды зависит от неравномерности потребления воды (или тепла) по часам суток и от принятого режима подачи тепла в аккумулятор. Для определения необходимой емкости аккумуляторов строят так называемые интегральные графики сообщенного и израсходованного тепла. Исходными данными для построения интегральных графиков служат графики расхода тепла (или воды) по часам суток. В случае, если для данного объекта неизвестны конкретные графики расхода тепла (или воды) по часам суток, используют безразмерные графики, составленные для различных категорий потребителей. На рис. 20.4—20.9 приведены наиболее характерные безразмерные графики расхода горячей воды (или тепла) по часам суток для зданий различного назначения.

Переход от безразмерных графиков к конкретным осуществляется по найденному для данного объекта

* Из формулы (20.3), приведенной в главе СНиП II-Г.8-62 следует, что расход тепла на нужды горячего водоснабжения соответствует среднему максимально-часовому расходу тепла за неделю (период) наибольшего водопотребления.

[1] Расчет скоростных водоводяных и пароводяных подогревателей приведен в разделе V.

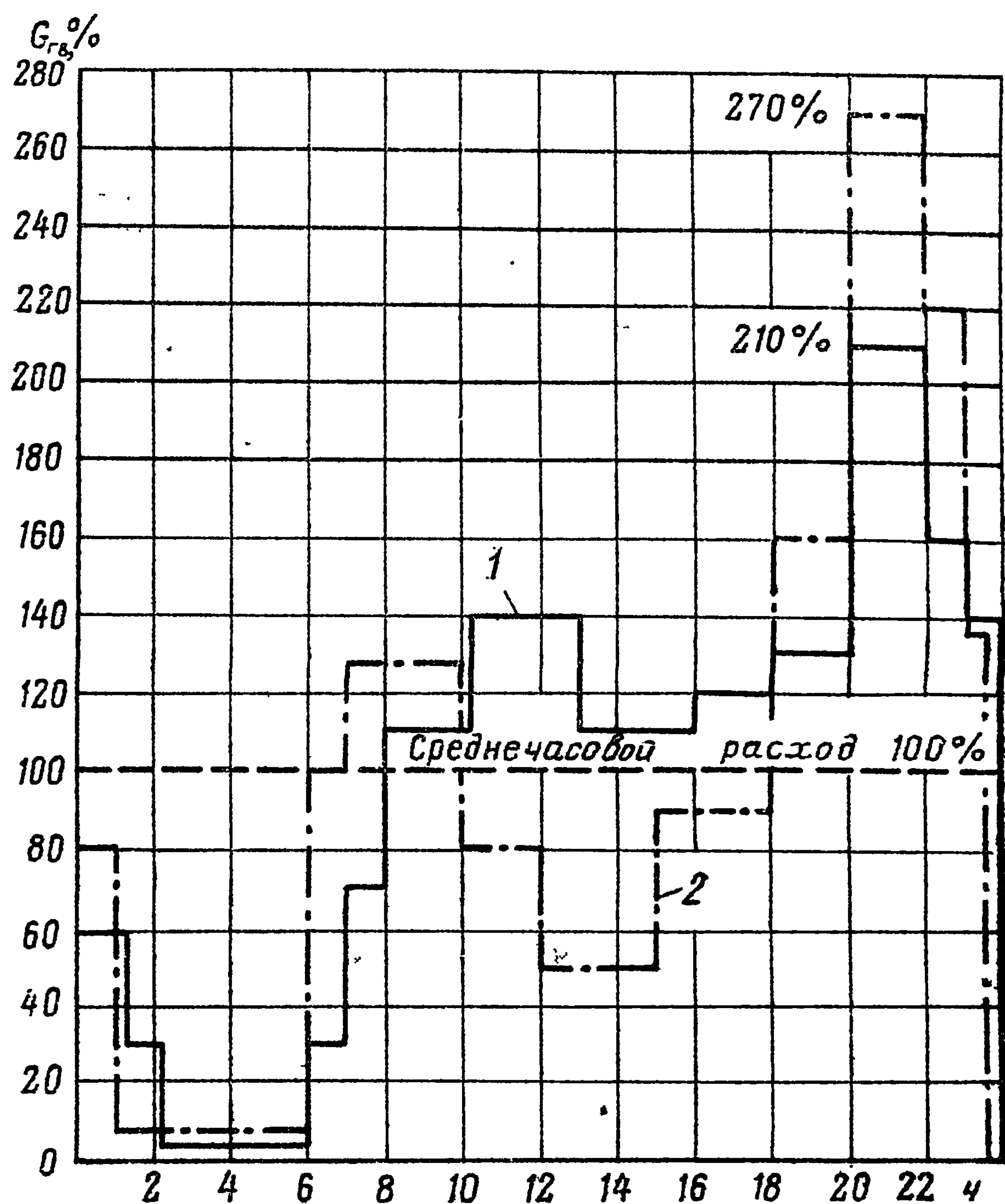


Рис. 20.4. График расхода горячей воды $G_{г.в}$ по часам суток в жилых зданиях

1 — при n_1=3000 жителей; *2* — при n_1=300 жителей

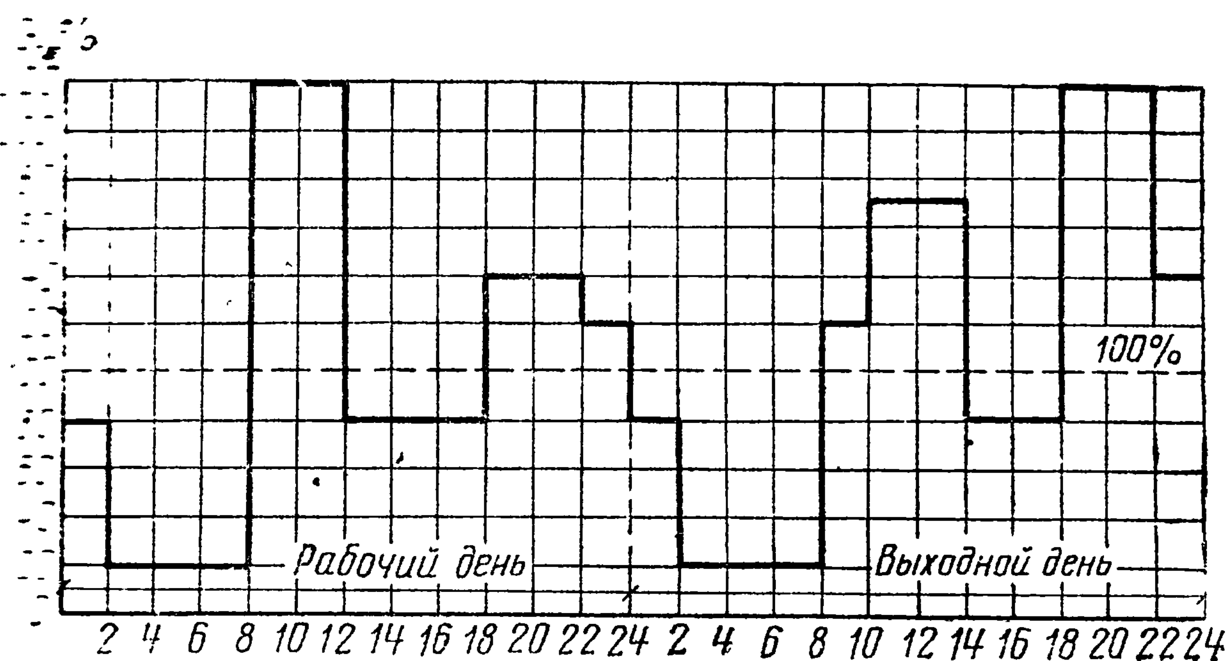


Рис. 20.5. График расхода горячей воды $G_{г.в}$ по часам суток в гостиницах

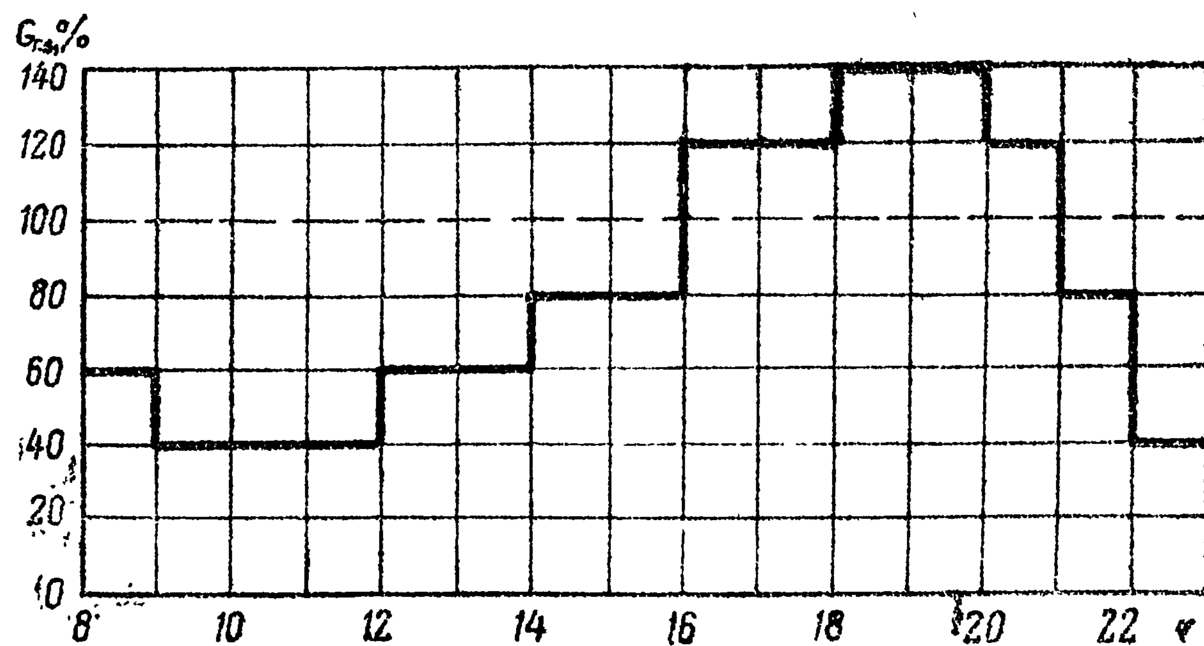


Рис. 20.6. График расхода горячей воды $G_{г.в}$ по часам суток для бани на 100 мест в субботу

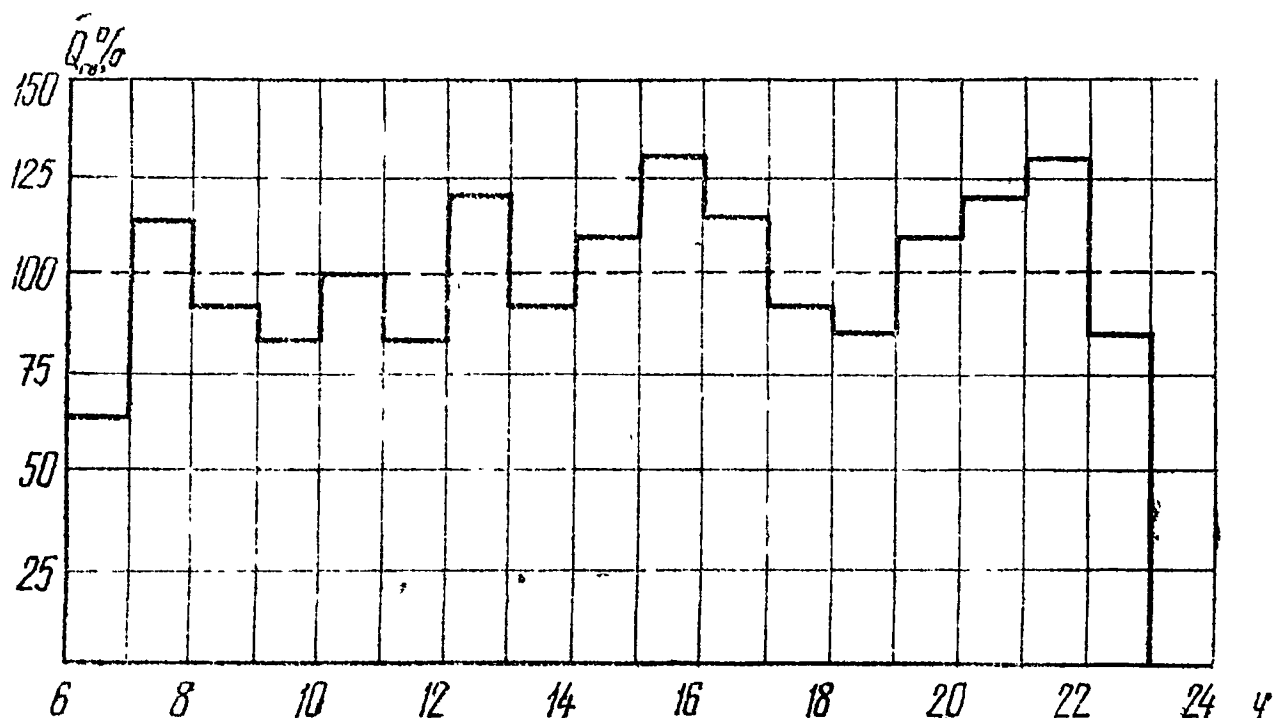


Рис. 20.7. График расхода тепла $Q_{г.в}$ по часам суток в механической прачечной

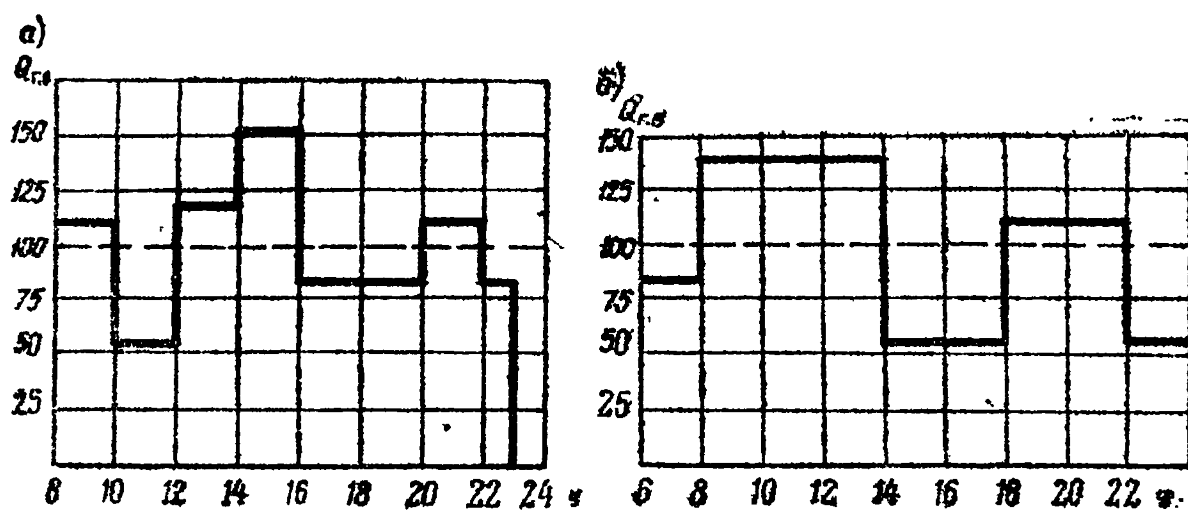


Рис. 20.8. Графики расхода тепла $Q_{г.в}$ по часам суток

а — в общественной столовой; *б* — в заводской столовой

среднечасовому расходу тепла (или воды), который соответствует 100% в безразмерном графике.

Зная конкретный график потребления тепла по часам суток (рис. 20.10), строят интегральный график, нанося на него вначале линию потребления тепла в течение суток (линия *абвгде* на рис. 20.11), а затем линию подачи тепла (прямая *ае*). Перед этим предварительно задаются интенсивностью подачи тепла в аккумулятор в отдельные часы суток. Если подача тепла в аккумулятор будет принята точно совпадающей с потреблением тепла, т. е. линия подачи совпадет с линией потребления, то необходимая емкость аккумулятора будет равна нулю, но зато потребуются наибольшие, соответствующие максимально-часовому расходу тепла, производительность генератора тепла и площадь поверхности греющего змеевика в баке. Если же подача тепла в аккумулятор будет принята равномерной в течение всего периода водоразбора (или в течение суток), то необходимая емкость аккумулятора окажется наибольшей, а производительность генератора тепла и размеры змеевика будут наименьшими. Этот вариант подачи тепла обычно и принимают при решении практических задач, однако, как следует из изложенного, возможны и иные варианты подачи тепла в аккумулятор, если они обоснованы технико-экономическими расчетами или необходимы по тем или иным конкретным условиям.

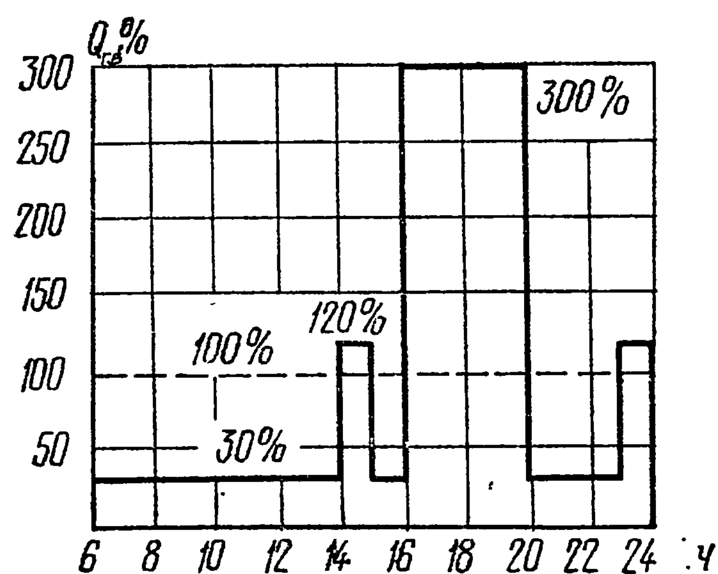


Рис. 20.9. График расхода тепла $Q_{г.в}$ по часам суток в гараже на 50 автомашин

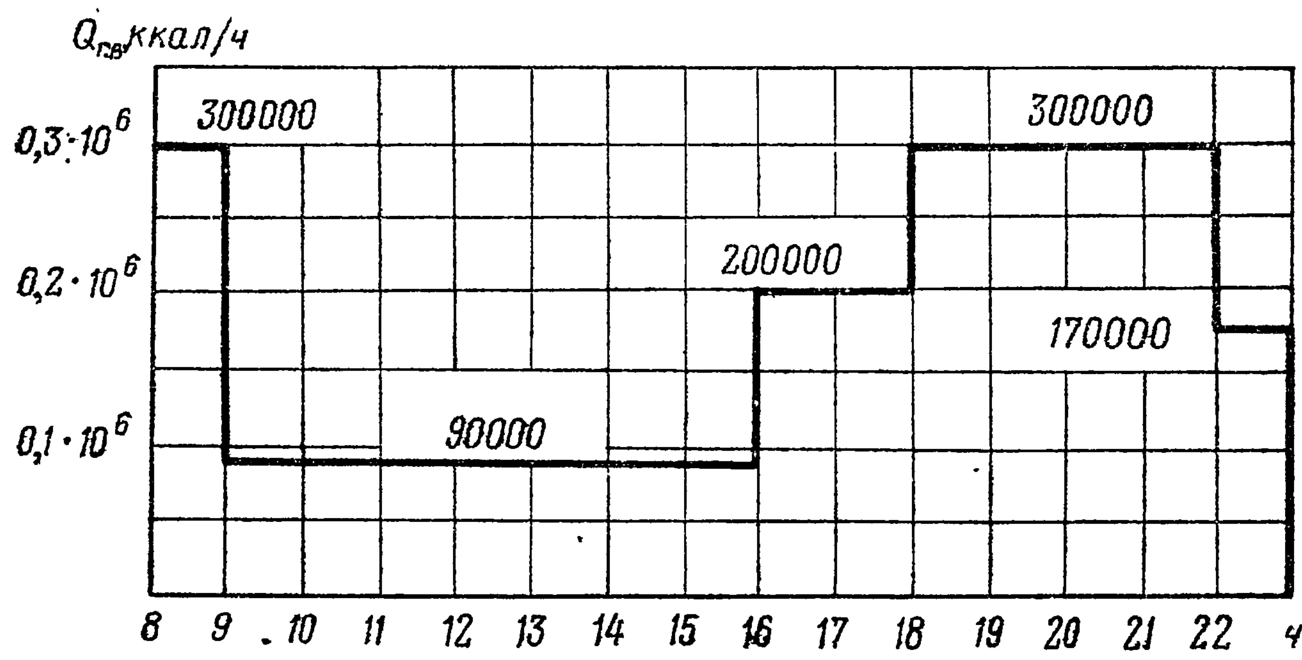


Рис. 20.10. График расхода тепла $Q_{г.в}$ по часам суток (к примерам 20.1—20.3)

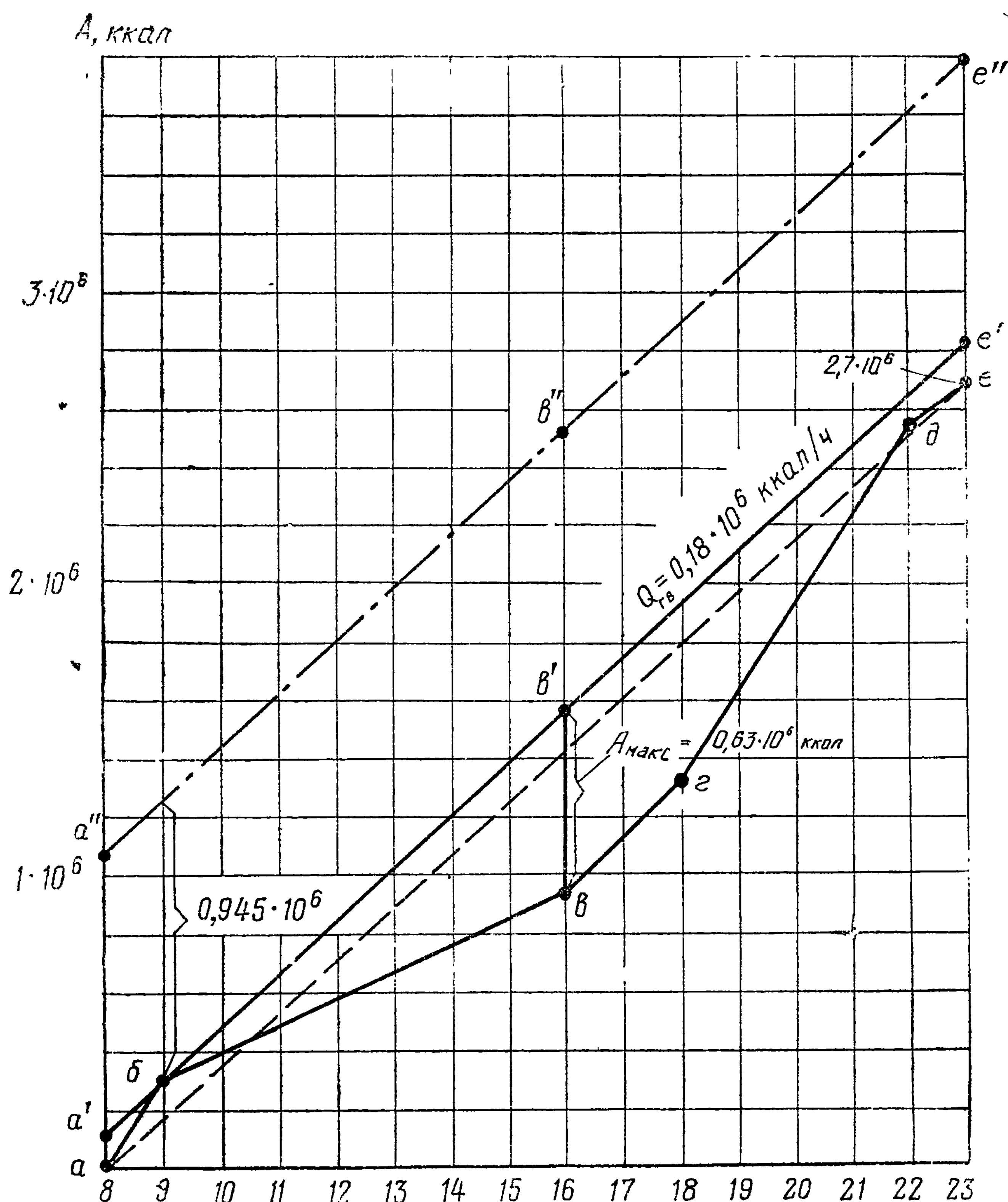


Рис. 20.11. Интегральный график (к примерам 20.1—20.3)

Примем для примера, что подача тепла в аккумулятор происходит равномерно в течение всего периода водоразбора, продолжительность которого (см. рис. 20.11) составляет 15 ч. В данном случае принять прямую *ae* за линию подачи тепла нельзя, так как на некоторых участках графика эта прямая располагается ниже линии потребления, а это значит, что в некоторые моменты суток (около 9 и 22 ч) из аккумулятора будет взято тепла больше, чем там содержится, что физически невозможно. Для устранения отмеченной нереальности линию подачи необходимо переместить параллельно прямой *ae* вверх по крайней мере так, чтобы она соприкасалась с линией потребления только в одной точке и лежала выше всех остальных ее точек. Этому условию отвечает прямая *a′e′*.

Отрезки ординат между прямой *a′e′* и линией потребления тепла соответствуют количеству полезного тепла в аккумуляторе в те или иные часы суток.

Если хотят, чтобы количество полезного тепла в аккумуляторе было всегда больше нуля, то линию подачи тепла располагают выше точки *б*. При этом отрезок ординаты *вв″* будет больше отрезка *вв′*, и необходимая емкость аккмулятора увеличится.

Емкость аккумуляторов $V_{ак}$, л, определяют по различным формулам в зависимости от заданных условий:

при постоянной температуре и переменном объеме воды в аккумуляторе

$$V_{ак} = \frac{A_{макс}}{(t_г - t_х)\,c}; \tag{20.9}$$

при постоянном объеме и переменной температуре воды в аккумуляторе

$$V_{ак} = \frac{A_{макс}}{(t_{макс} - t_{мин})\,c}, \tag{20.10}$$

где $A_{макс}$ — максимальное количество полезного тепла в аккумуляторе, ккал;
$t_г$ — постоянная температура воды, выходящей из аккумулятора с переменным объемом воды, °С;
$t_х$ — температура холодной воды, °С;
$t_{макс}$ и $t_{мин}$ — соответственно максимальная и минимальная температура воды, выходящей из аккумулятора с постоянным объемом воды, °С;
c — теплоемкость воды, принимаемая равной 1 ккал/(л·°С).

Емкость аккумуляторов со змеевиками и емкостных подогревателей при отборе горячей воды из их верхней части и подаче холодной воды под змеевик должна быть увеличена против расчетной на 20—25%.

Определение температуры горячей воды, выходящей из аккумулятора с постоянным объемом, в различные часы суток приведено в примерах 20.2 и 20.3.

При отсутствии данных для составления интегральных графиков емкость аккумуляторов следует принимать согласно указаниям главы СНиП II-Г.10-62 «Тепловые сети. Нормы проектирования».

По данным А. В. Хлудова, независимо от расчета емкость аккумуляторов для небольших бань с местными источниками теплоснабжения должна быть не менее 1,5-часового расхода; для жилых зданий, общежитий, гостиниц, больниц и бань при наличии водопровода — 1-часового расхода; для прачечных производительностью до 3000 кг белья в смену — 0,75-часового расхода; для прачечных производительностью свыше 3000 кг белья в смену — 0,5-часового расхода.

Ниже приводятся эмпирические формулы А. В. Хлудова для определения емкости аккумуляторов $V_{ак}$, л, и производительности генераторов тепла $Q_{г.в}$, ккал/ч,

в случае непрерывного поступления тепла в подогреватели:

1) для жилых зданий

$$V_{ак} = 900\sqrt{n+15} - 3250; \quad (20.11)$$

$$Q_{г.в} = 1500\, n a_2, \quad (20.12)$$

где n — число ванн (длиной 1500 мм), обслуживаемых системой;

a_2 — коэффициент одновременности действия ванн, принимаемый по табл. 20.7;

ТАБЛИЦА 20.7

КОЭФФИЦИЕНТ ОДНОВРЕМЕННОСТИ ДЕЙСТВИЯ ВАНН В ЖИЛЫХ ЗДАНИЯХ

Число ванн	1	2	3	4	5	6	7	8	10	50	100 и более
a_2	1	0,75	0,6	0,5	0,45	0,42	0,39	0,35	0,34	0,32	0,3

2) для столовых при предприятиях

$$V_{ак} = \frac{Q_{г.в}}{t_г - t_х}; \quad (20.13)$$

$$Q_{г.в} = \frac{1{,}3\, m_1 n_2}{\tau_2 + \delta}\, 4{,}5\,(t_г - t_х), \quad (20.14)$$

где m_1 — число посадочных мест;

n_2 — число посадок за время обеденного периода;

τ_2 — продолжительность обеденного периода, ч;

δ — время, равное 2—3 ч;

3) для общественных столовых и ресторанов

$$V_{ак} = KG_{+70°}, \quad (20.15)$$

где K — коэффициент, изменяющийся в пределах от 0,8 до 1;

$G_{+70°}$ — расчетный расход горячей воды при $t_г = 70°$ С, л/ч, который, в свою очередь, определяют по формуле

$$G_{+70°} = \frac{0{,}75\, m_1 \tau_3}{\tau_3 - 2}\, q_г k_ч, \quad (20.16)$$

где m_1 — число посадочных мест;

τ_3 — продолжительность работы столовой или ресторана, ч;

$q_г$ — удельный расход горячей воды на посетителя (от 3,6 до 4,5 л);

$k_ч$ — коэффициент часовой неравномерности, принимаемый в пределах от 1,4 до 1,5;

4) для бытовых помещений промышленных предприятий

$$V_{ак} = (G_1 n_1 + G_2 n_2 + G_3 n_3)\, k_1; \quad (20.17)$$

$$Q_{г.в} = (Q_1 n_1 + Q_2 n_2 + Q_3 n_3)\, k_2, \quad (20.18)$$

где G_1, G_2, G_3 — расчетный расход воды соответственно на 1 душ, полудуш и умывальник, л (графа 5 табл. 20.8);

Q_1, Q_2, Q_3 — расчетный расход тепла соответственно на 1 душ, полудуш и умывальник, ккал/ч (графа 7 табл. 20.8);

n_1, n_2, n_3 — количество установленных душей, полудушей и умывальников;

ТАБЛИЦА 20.8

РАСХОД ВОДЫ И ТЕПЛА ДЛЯ БЫТОВЫХ ПОМЕЩЕНИЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ПРИ УСТАНОВКЕ ГРУППОВЫХ СМЕСИТЕЛЕЙ

Водоразборное устройство	Температура смешанной воды, °С	Расход смешанной воды, л		Расчетный расход воды, л		Расчетный расход тепла, ккал/ч
		на 1 процедуру	за 45 мин	для определения емкости подогревателя	для расчета диаметров труб	
1	2	3	4	5	6	7
Душ	37	40—60	400	215	550	12 800
Полудуш	37	25	250	135	350	8000
Умывальник	25—35	3—5	80	30—40	100	1600—2400

Примечание. При отсутствии групповых смесителей указанные в таблице расходы воды и тепла следует увеличивать на 25%.

ТАБЛИЦА 20.9

ПОПРАВОЧНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ НА ЕМКОСТЬ ПОДОГРЕВАТЕЛЯ k_1 И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ГЕНЕРАТОРА k_2

Схема приготовления горячей воды	Продолжительность подогрева, ч		k_1	k_2
	до начала водоразбора	во время водоразбора		
Нагрев воды в скоростных подогревателях с установкой бака-аккумулятора	1 2 3	— — —	1,1 1,1 1,1	1,1 0,55 0,35
Нагрев воды в емкостных подогревателях	1 2 3	0,75 0,75 0,75	1,1 1,1 1,1	0,75 0,4 0,3
Нагрев воды в баках-аккумуляторах, снабженных змеевиками	1 2 3	0,75 0,75 0,75	1,32 1,56 1,7	0,7 0,4 0,3

k_1, k_2 — поправочные коэффициенты соответственно на емкость подогревателя и производительность генератора, принимаемые в зависимости от выбранной схемы и режима подачи тепла по табл. 20.9.

Для душевых на промышленных предприятиях продолжительность подогрева (число часов зарядки баков-аккумуляторов в смену) рекомендуется принимать по табл. 20.10.

Площадь поверхности нагрева котлов и змеевиков, м², определяют по формулам:

ТАБЛИЦА 20.10

ЧИСЛО ЧАСОВ ЗАРЯДКИ БАКОВ-АККУМУЛЯТОРОВ В СМЕНУ

Число душевых сеток	до 5	6—20	21—30	31 и более
Число часов зарядки в смену	1	2	3	4

а) котлов при непосредственном отборе воды из них

$$H_к = K\frac{Q_г}{Q/H}; \qquad (20.19)$$

б) змеевиков при нагреве воды в баках и емкостных подогревателях

$$F_{зм} = K\frac{Q_г}{k\Delta t}, \qquad (20.20)$$

где K — коэффициент, учитывающий потери тепла системой горячего водоснабжения в окружающую среду; значение K принимают в пределах от 1,1 до 1,2;

$Q_г$ — расчетный часовой расход тепла, ккал/ч;

Q/H — тепловое напряжение поверхности нагрева котлов, ккал/(м²·ч);

k — коэффициент теплопередачи змеевиков, ккал/(м²·ч·°С);

Δt — расчетная разность средних температур теплоносителя и нагреваемой воды, °С.

Коэффициент теплопередачи k для определения площади поверхности змеевика при нагреве воды в баках или емкостных подогревателях следует принимать по табл. 20.11.

ТАБЛИЦА 20.11

КОЭФФИЦИЕНТ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ k, ККАЛ/(М²·Ч·°С), ЗМЕЕВИКА ПРИ НАГРЕВЕ ВОДЫ В БАКАХ И ЕМКОСТНЫХ ПОДОГРЕВАТЕЛЯХ (ПО СНиП II-Г.8-62)

Материал змеевика	Значения k при теплоносителе	
	паре	воде
Сталь	600	250
Медь или латунь	720	300

Расчетную разность средних температур теплоносителя и нагреваемой воды для баков и емкостных подогревателей определяют по формулам:

при подаче холодной воды снизу

$$\Delta t = \frac{T_н + T_к}{2} - \frac{t_н - t_к}{2}; \qquad (20.21)$$

при подаче холодной воды сверху

$$\Delta t = \frac{T_н + T_к}{2} - t_к, \qquad (20.22)$$

где $T_н$ и $T_к$ — соответственно начальная и конечная температуры греющей воды, °С; при нагреве паром $(T_н+T_к)/2 = T_п$ (здесь $T_п$ — температура насыщенного пара, °С);

$t_н$ и $t_к$ — соответственно начальная и конечная температуры нагреваемой воды, °С.

Пример 20.1. Определить необходимую емкость аккумулятора при постоянной температуре $t_г$=65 °С и переменном объеме воды по заданному графику расхода тепла (см. рис. 20.10) и принятой интенсивности подачи тепла $Q_{г.в}$ =180 тыс. ккал/ч (см. рис. 20.11).

Решение. Из графика на рис. 20.11 находим $A_{макс}$= =630 тыс. ккал (отрезок *вв′*). Емкость аккумулятора по формуле (20.9)

$$V_{ак} = \frac{630\,000}{(65-5)1} л = 10\,500 л = 10,5 м^3.$$

Пример 20.2. Определить необходимую емкость аккумулятора с постоянным объемом и переменной температурой горячей воды по интегральному графику на рис. 20.11 при $t_{макс}$=80 °С, $t_{мин}$=50 °С и подаче холодной воды в верхнюю часть аккумулятора (естественное перемешивание) или при побудительном перемешивании воды в баке.

Решение. Полезная емкость аккумулятора по формуле (20.10)

$$V_{ак} = \frac{630\,000}{(80-50)1} л = 21\,000 л = 21 м^3.$$

При перемешивании воды в аккумуляторе ее температура одинакова по всей его высоте (при наличии змеевика в аккумуляторе это относится к объему воды, находящемуся выше змеевика).

На интегральном графике рис. 20.11 видно, что в 16 ч в аккумуляторе должен находиться максимальный запас тепла: следовательно, температура воды в аккумуляторе в это время равна 80° С. Полный запас тепла в аккумуляторе

$$A_{полн} = V_{ак}(t_{макс} - t_х)c = 21\,000(80-5)\,1 ккал = 1\,575\,000 ккал.$$

В 9 ч полезный запас тепла в аккумуляторе равен нулю, но температура воды составляет 50° С. Из этого вытекает, что постоянный (неиспользуемый) запас тепла в аккумуляторе

$$A_{мин} = V_{ак}(t_{мин} - t_х)c = 21\,000(50-5)\,1 ккал = 94\,5000 ккал.$$

От 9 до 16 ч в аккумуляторе накоплено полезного тепла

$$A = A_{полн} - A_{мин} = 1\,575\,000 - 945\,000 = 630\,000 ккал,$$

т. е. то количество тепла, которое и необходимо по расчету.

Изменение полного количества тепла в аккумуляторе с постоянным объемом воды выражается на интегральном графике линией *а″е″*.

Температуру воды в аккумуляторе в различные часы суток определяют по формуле

$$t_г = \frac{A_{полн}}{V_{ак}c} + t_х, \qquad (20.23)$$

где $A_{полн}$ — полный накопленный запас тепла в аккумуляторе к данному часу суток (отрезок ординаты между линией *а″е″* и линией потребления тепла), ккал;

$V_{ак}$ — полезная емкость аккумулятора, л;

c — теплоемкость воды, принимаемая равной 1 ккал/(л·°С);

$t_х$ — температура холодной воды, °С.

Например, в 18 ч, когда $A_{полн}$=1535 тыс. ккал,

$$t_г = \frac{1\,535\,000}{21\,000\cdot 1} + 5 = 78° С,$$

в 23 ч, когда $A_{полн}$ =1065 тыс. ккал.

$$t_г = \frac{1\,065\,000}{21\,000\cdot 1} + 5 = 55,7° С.$$

Значения температуры горячей воды в различные часы суток приведены в табл. 20.12.

Пример 20.3. Для условий примера 20.2 определить необходимую емкость аккумулятора и температуру выходящей из аккумулятора воды при продавливании воды через греющий змеевик снизу вверх.

ТАБЛИЦА 20.12

ИЗМЕНЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ГОРЯЧЕЙ ВОДЫ, ВЫХОДЯЩЕЙ ИЗ АККУМУЛЯТОРА

Аккумулятор	Температура воды, °С, по часам суток															
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
С отдачей воды в верхнюю часть	55,7	50	54,2	58,5	62,8	67,1	71,4	75,7	80	79	78	72,3	66,7	61	55,2	55,7
С продавливанием воды снизу вверх	75,2	53,2	54,2	58,5	62,8	67,1	71,4	75,7	80	80	80	80	80	80	72,5	72,5

Примечание. В примерах 20.2 и 20.3 принято, что отдача тепла змеевиком постоянна в течение всего периода водоразбора. Практически эта теплоотдача будет изменяться в связи с изменением Δt и коэффициента теплопередачи. Однако получающиеся при этом поправки очень невелики, и в практических расчетах ими можно пренебречь.

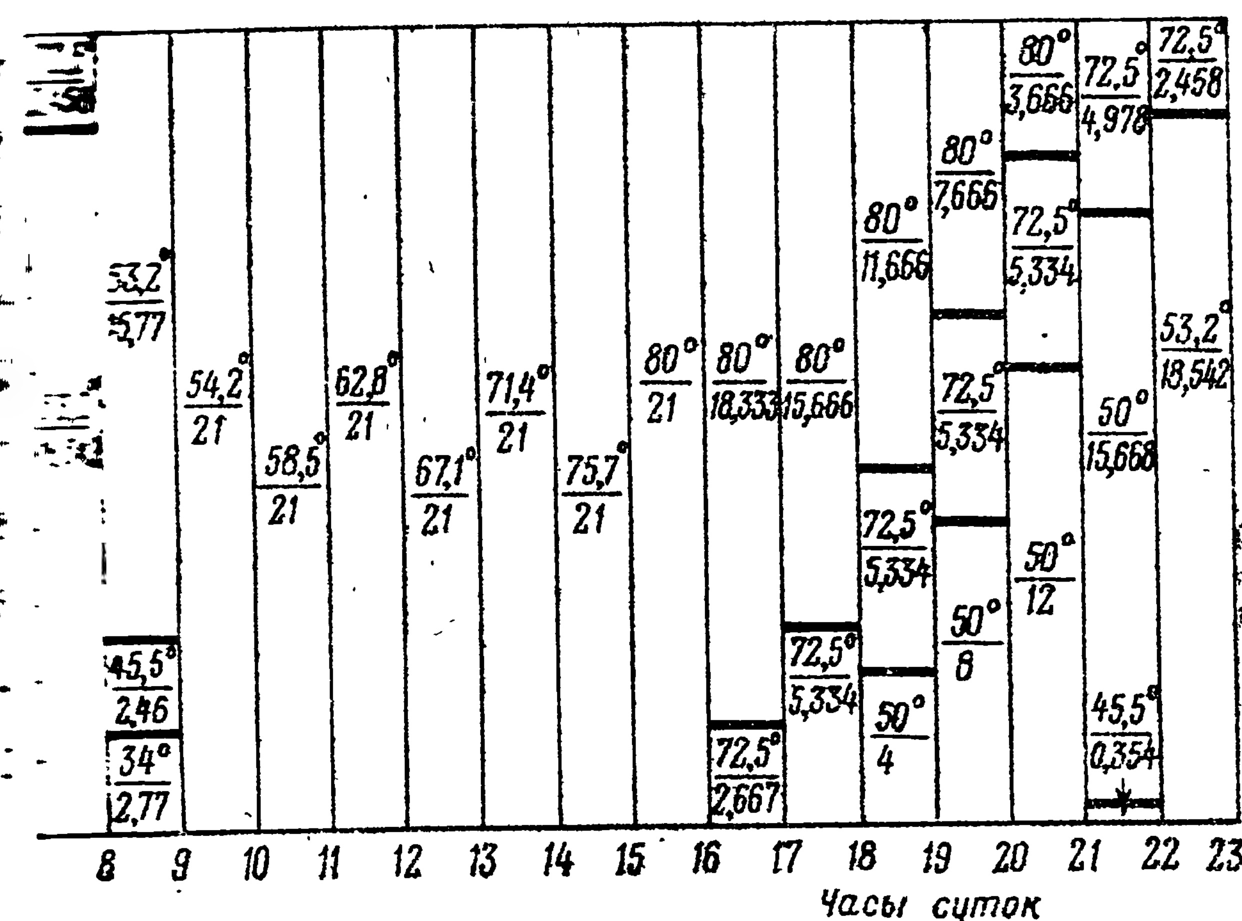


Рис. 20.12. Объемы, м³ (знаменатель), и температура, °С (числитель), слоев воды в аккумуляторе с продавливанием воды снизу вверх

Решение. По формуле (20.10) необходимая емкость аккумулятора

$$V_{\text{ак}} = \frac{630\,000}{(80 - 50)\,1} \text{ л} = 21\,000 \text{ л}.$$

Температура воды, выходящей из аккумулятора, будет в данном случае несколько иной, чем в примере 20.2, так как при продавливании воды снизу вверх возможно образование по высоте аккумулятора нескольких слоев воды с различными температурами, убывающими сверху вниз. По этой же причине фактическая минимальная температура воды, выходящей из аккумулятора, может быть несколько выше предварительно назначенной, соответствующей средней температуре воды в аккумуляторе.

Связь между температурой $t_{\text{г}}$ воды, выходящей из аккумулятора, и температурой $t_{\text{нижн}}$ воды в слое над змеевиком выражается формулой

$$t_{\text{нижн}} = \frac{Q_{\text{под}}}{Q}\,(t_{\text{г}} - t_{\text{х}}) + t_{\text{х}}, \qquad (20.24)$$

где $Q_{\text{под}}$ — тепло, поступающее в аккумулятор от греющего змеевика, ккал/ч;

Q — часовой расход тепла из аккумулятора, ккал/ч.

Часовой расход горячей воды из аккумулятора, а следовательно, и количество поступающей в аккумулятор воды находятся по формуле

$$V_{\text{час}} = \frac{Q}{(t_{\text{г}} - t_{\text{х}})\,c}. \qquad (20.25)$$

Если $Q_{\text{под}} < Q$, то нижний слой воды имеет температуру ниже температуры вышележащего слоя и в аккумуляторе возникает расслоение воды. Если $Q_{\text{под}} > Q$, то нижний слой воды имеет температуру выше температуры вышележащего слоя, и в результате конвективного перемешивания воды образуется общий слой со средней температурой, определяемой по известной формуле смешения.

При неоднократном образовании нижнего слоя воды с повышенной температурой расслоение воды в аккумуляторе может исчезнуть и вся вода в нем будет иметь одну и ту же температуру.

Значения температуры воды, выходящей из аккумулятора, даны в табл. 20.12. Объемы и температура слоев воды в аккумуляторе в различные часы суток показаны на диаграмме рис. 20.12.

20.6. Определение диаметров подающих труб

Диаметры подающих труб систем горячего водоснабжения должны приниматься из расчета обеспечения подачи необходимого количества горячей воды в наиболее удаленные и высокорасположенные точки водоразбора с максимальным использованием располагаемого давления.

Гидравлический расчет труб производится по формулам и таблицам, применяемым для расчета водопроводных сетей.

Потери давления на трение в сетях горячего водоснабжения следует принимать с коэффициентом 1,2, учитывающим накипеобразование.

В системах горячего водоснабжения со значительными колебаниями температуры горячей воды, например при аккумуляторах с постоянным объемом и переменной температурой воды, расчетный расход горячей воды следует определять по наименьшей температуре воды, выходящей из бака.

Количество горячей воды при заданном количестве смешанной (потребляемой) воды определяют по формуле (20.2).

Расчетную разность давлений, м вод. ст., определяют по следующим формулам:

а) при открытых баках-аккумуляторах

$$H_{\text{р}} = h - H_{\text{с.н}}, \qquad (20.26)$$

где h — расстояние по вертикали от наиболее высоко расположенной точки водоразбора до точки отбора горячей воды из аккумулятора, м;

$H_{\text{с.н}}$ — избыточное давление (свободный напор) перед водоразборными точками, которое для душевых сеток принимают не менее 2 м вод. ст.;

б) при подогревателях или закрытых герметичных баках-аккумуляторах без дополнительного насоса

$$H_{\text{р}} = H_{\text{вод}} - (H_{\text{с.н}} + H_{\text{п}} + H_{\text{в}} + h_1), \qquad (20.27)$$

где $H_{\text{вод}}$ — давление в наружном водопроводе у ввода, м вод. ст.;

$H_п=1,5v^2/2g$ — потери давления в емкостном подогревателе, м вод. ст. (здесь v — скорость движения воды в подающей трубе, м/с);

$H_в$ — потери давления в водомере, м вод. ст.;

h_1 — расстояние по вертикали от ввода до наиболее высоко расположенной точки водоразбора, м.

20.7. Определение диаметров циркуляционных труб

А. ЦИРКУЛЯЦИОННАЯ ТРУБА МЕЖДУ ГЕНЕРАТОРОМ ТЕПЛА И БАКОМ-АККУМУЛЯТОРОМ

Расход циркулирующей воды, л/ч, определяют по формуле

$$G_ц = \frac{Q_{г.в}}{(t_{ст} - t_{ак})\,c}, \qquad (20.28)$$

где $Q_{г.в}$ — максимальная расчетная производительность генератора, ккал/ч;

$t_{ст}$ — максимальная температура воды в подъемном стояке, принимаемая при открытых баках-аккумуляторах не свыше 98° С (обычно принимают $t_{ст}=95°$ С), при закрытых баках-аккумуляторах — в зависимости от давления;

$t_{ак}$ — максимальная температура воды в аккумуляторе, °С;

c — теплоемкость воды принимаемая равной 1 ккал/(л·°С).

Располагаемую циркуляционную разность давлений, мм вод. ст., определяют по формуле

$$H_р = h_2\,(\gamma_{ак} - \gamma_{ст}), \qquad (20.29)$$

где h_2 — расстояние по вертикали от середины генератора тепла до устья подъемной трубы, м (рис. 20.13);

$\gamma_{ак}$, $\gamma_{ст}$ — удельный вес воды соответственно при максимальной температуре в аккумуляторе $t_{ак}$ и при максимальной температуре в подъемном стояке $t_{ст}$, кгс/м³.

Диаметр циркуляционной трубы при $t_{ст}>100°$ С следует принимать больше расчетного (следующий по сортаменту), учитывая интенсивный процесс накипеобразования.

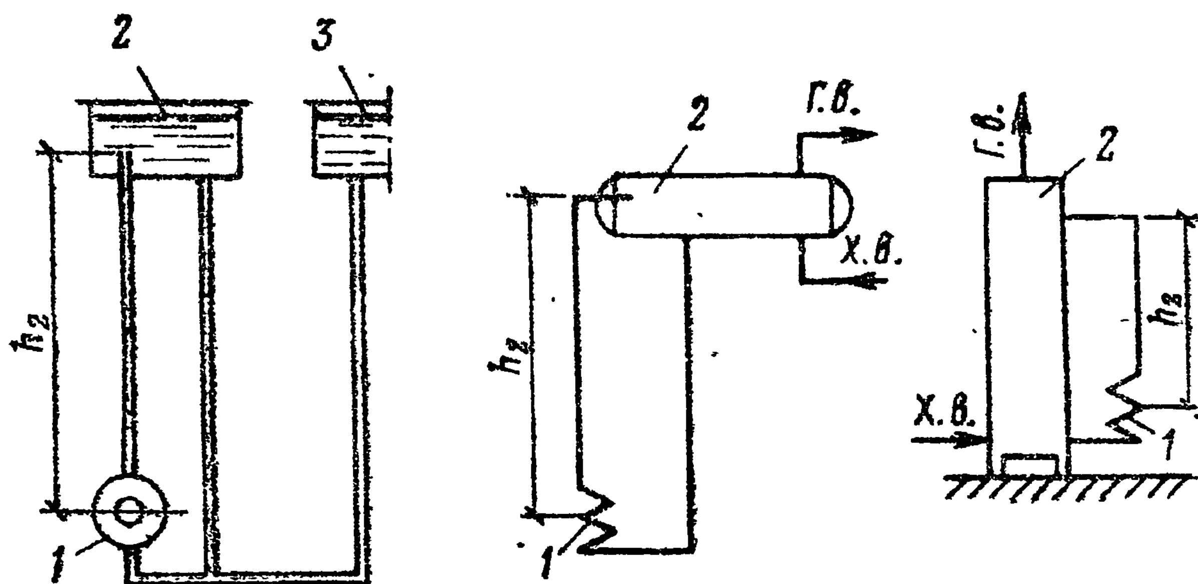


Рис. 20.13. Схемы для определения расчетного циркуляционного давления

1 — генератор тепла; *2* — аккумулятор; *3* — бак холодной воды

Б. ЦИРКУЛЯЦИОННЫЕ ТРУБЫ ВОДОРАЗБОРНОЙ СЕТИ

Циркуляционные трубы служат для предотвращения остывания горячей воды у точек водоразбора при незначительном водоразборе или полном его отсутствии.

Различают два способа циркуляции: 1) непрерывная циркуляция в течение всего периода снабжения потребителей горячей водой (12—24 ч в сутки), применяемая в системах горячего водоснабжения поликлиник, больниц, амбулаторий, гостиниц, жилых зданий и т. п.; 2) кратковременная циркуляция периодического действия (обычно за полчаса или за час до водоразбора), применяемая в душевых на промышленных предприятиях и служащая лишь для замены в сети остывшей воды горячей.

Примечание. В соответствии с указаниями главы СНиП II-Г.8-62 «Горячее водоснабжение. Нормы проектирования» в жилых зданиях с числом этажей до четырех включительно при отсутствии полотенцесушителей циркуляция воды должна предусматриваться только в магистральных трубах: в зданиях большей этажности и в зданиях, где проектируется установка полотенцесушителей, — в магистральных трубах и стояках.

При постоянном разборе горячей воды или малой протяженности подающих труб (бани, прачечные, небольшие одноэтажные здания и т. п.) циркуляцию воды предусматривать не следует.

Циркуляция воды может осуществляться за счет естественного давления, возникающего вследствие разности удельных весов горячей и остывшей воды в трубах (гравитационная система циркуляции), или под действием насоса (насосная система циркуляции).

Системы с естественной циркуляцией могут применяться для сети протяженностью не более 50 м при верхней разводке и 35 м при нижней разводке в случае расположения генератора тепла ниже наиболее низко расположенных точек водоразбора (табл. 20.13).

ТАБЛИЦА 20.13

УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ С ЕСТЕСТВЕННОЙ ЦИРКУЛЯЦИЕЙ

Превышение наиболее низко расположенной точки водоразбора над серединой генератора тепла, м	Расстояние по горизонтали от генератора тепла до наиболее удаленной точки, м	
	в системах с верхней разводкой	в системах с нижней разводкой
2	15—20	12—15
6	30—35	20—25
10	40—45	25—30
20	50—60	30—35

Поскольку количество воды, которое должно циркулировать в системах горячего водоснабжения при отсутствии водоразбора, зависит от теплопотерь подающих труб, необходимо прежде всего определить их диаметры, выбрать способ прокладки трубопроводов, тип изоляции и ее к. п. д.

Теплопотери подающих труб, ккал/ч, определяют по формуле

$$Q_{тр} = ql\,(1 - \eta), \qquad (20.30)$$

где q — теплопотери с 1 м длины неизолированного трубопровода, ккал/(ч·м);

l — длина участка трубопровода, м;

η — к. п. д. изоляции (обычно принимают от 0,6 до 0,8).

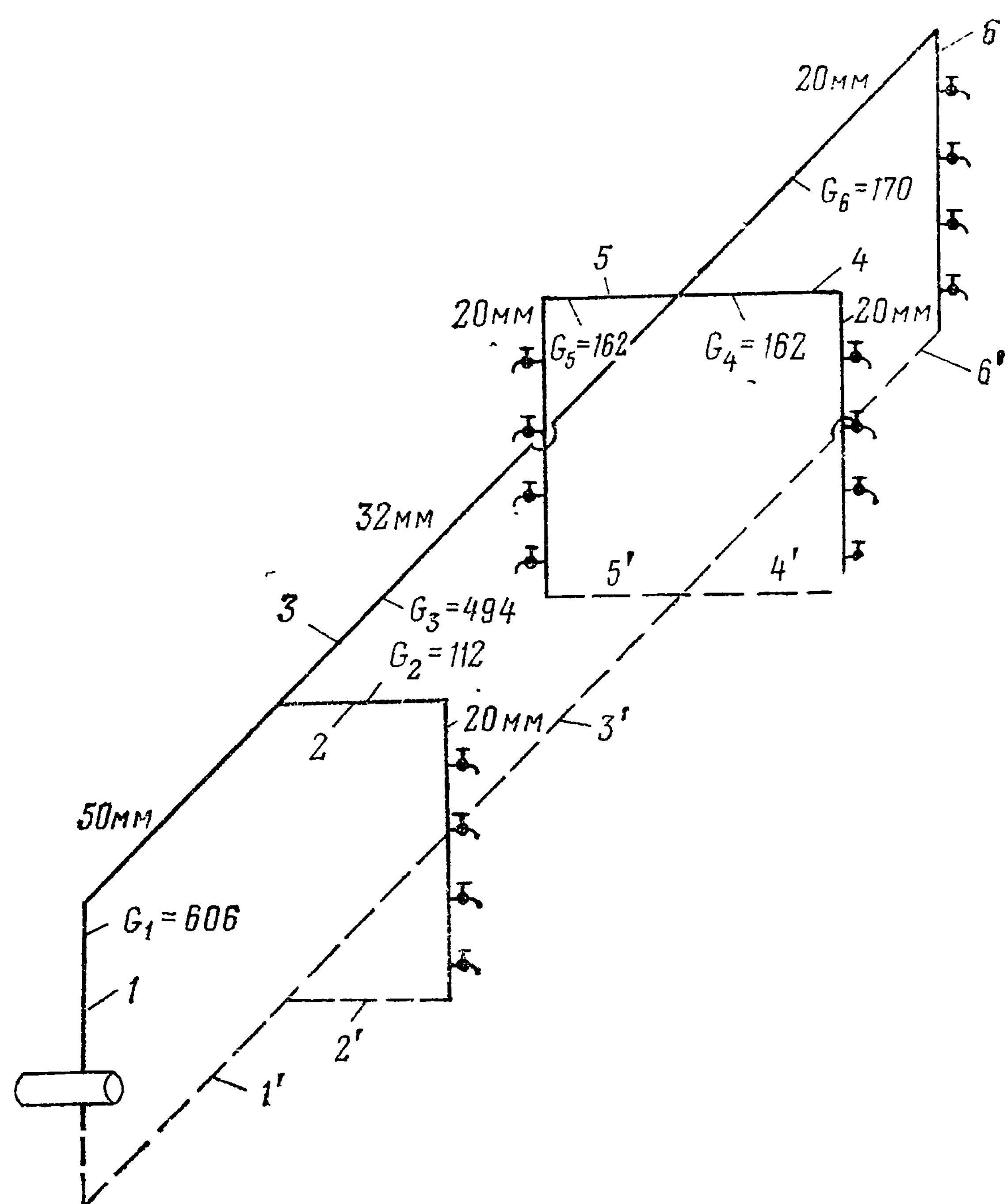


Рис. 20.14. Схема сети горячего водоснабжения с циркуляционным кольцом

——— подающая труба; — — — циркуляционная труба

Для нахождения величины q (см. табл. 46.22) необходимо:

1) определить диаметр подающей трубы;

2) определить перепад между средней температурой воды в подающей трубе и температурой окружающего воздуха:

$$\Delta t' = \frac{t_н + t_к}{2} - t_в, \qquad (20.31)$$

где $t_н$ и $t_к$ — температура горячей воды соответственно в начале и конце подающей трубы, °С;

$t_в$ — температура окружающего воздуха, °С, принимаемая в зависимости от места прокладки подающей трубы:

в неотапливаемом подвале	5
на чердаке	—10
в жилых помещениях при открытой прокладке	18—20
то же, при прокладке в бороздах и каналах	40

В жилых зданиях теплопотери подающих труб, ккал/ч, ориентировочно могут быть определены по формуле (при полотенцесушителях на циркуляционной трубе)

$$Q_{тр} = 0{,}05\, Q_{г.в}, \qquad (20.32)$$

где $Q_{г.в}$ — расчетный часовой расход тепла на нужды горячего водоснабжения, ккал/ч, определяемый по формулам (20.3) — (20.8).

Расход воды, л/ч, проходящей по отдельным участкам циркуляционного кольца (рис. 20.14), определяют по формулам:

по участку 1

$$G_1 = \frac{\Sigma Q_{тр}}{\Delta t'' c}; \qquad (20.33)$$

по участку 2

$$G_2 = G_1 \frac{Q_2}{Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6}; \qquad (20.34)$$

по участку 3

$$G_3 = G_1 - G_2; \qquad (20.35)$$

по участку 4

$$G_4 = G_3 \frac{Q_4}{Q_4 + Q_5 + Q_6}; \qquad (20.36)$$

по участку 5

$$G_5 = G_3 \frac{Q_5}{Q_4 + Q_5 + Q_6}; \qquad (20.37)$$

по участку 6

$$G_6 = G_3 - (G_4 + G_5), \qquad (20.38)$$

где $\Sigma Q_{тр}$ — суммарные теплопотери подающих труб, ккал/ч;

$\Delta t''$ — перепад температур воды в начале и конце подающей трубы, обычно принимаемый в пределах от 5 до 15° С в зависимости от протяженности циркуляционного кольца;

$Q_1, Q_2, \ldots,$ — теплопотери соответствующих участков подающих труб, ккал/ч.

Данные о теплопотерях и расходе воды, проходящей по отдельным участкам циркуляционного кольца, рекомендуется записывать в табличной форме (табл. 20.14).

Для определения расчетного циркуляционного давления используют следующие формулы:

1) при естественной циркуляции, мм вод. ст, — эмпирические формулы, предложенные А. В. Хлудовым:

а) для схемы с верхней разводкой

$$H_р = 0{,}4\,(h + 0{,}08\, l_1)\,(t_н - t_к); \qquad (20.39)$$

б) для схемы с нижней разводкой

$$H_р = 0{,}25\,(h + 0{,}03\, l_1)\,(t_н - t_к), \qquad (20.40)$$

где h — расстояние по вертикали от середины подогревателя или генератора тепла до горизонтального разлива при верхней разводке и до наиболее высоко расположенной точки водоразбора при нижней разводке, м;

l_1 — расстояние по горизонтали от подогревателя или генератора тепла до наиболее удаленной точки водоразбора, м;

$t_н$ и $t_к$ — соответственно начальная и конечная температура в подающей трубе, °С;

2) при насосной циркуляции, м вод. ст. — формулу

$$H_р = H_1 \left(\frac{0{,}15\, G_р + G_ц}{G_ц}\right)^2 + H_2, \qquad (20.41)$$

где H_1 — потери напора в подающей трубе и оборудовании при расходе $G_ц$, м;

$G_р$ — расчетный расход горячей воды, л/ч;

$G_ц$ — циркуляционный расход воды при отсутствии водоразбора, л/ч;

H_2 — потери напора в циркуляционной трубе, м.

ТАБЛИЦА 20.14

ФОРМА ТАБЛИЦЫ ДЛЯ ПОДСЧЕТА ТЕПЛОПОТЕРЬ ТРУБ И РАСХОДА ЦИРКУЛИРУЮЩЕЙ ВОДЫ

№ участка	Подающие трубы		Температура окружающего воздуха, °С	$\Delta t'$	Теплопотери неизолированными трубами, ккал/ч		К.п.д. изоляции η	Теплопотери с учетом изоляции $Q_{тр}$, ккал/ч	Расход циркулирующей воды $G_ц$, л/ч
	диаметр d, мм	длина l, м			1 м — q	всего — Q			

Расчетный расход горячей воды, л/ч, в формуле (20.41) определяют по формуле

$$G_р = \frac{Q}{(t_г - t_х)\,c}, \qquad (20.42)$$

где Q — расчетный часовой расход тепла, ккал/ч [формулы (20.3)—(20.8)];
$t_г$ — расчетная температура горячей воды, °С;
$t_х$ — температура холодной воды, °С;
c — теплоемкость воды, принимаемая равной 1 ккал/(л·°С).

Примечания: 1. При расчете циркуляционного кольца предполагается, что разбор горячей воды отсутствует.

2. Естественное давление при насосной циркуляции не учитывают.

3. Величину $H_р$ для небольших систем при применении осевых или малонапорных насосов принимают в пределах от 100 до 500 мм вод. ст.

4. В протяженных системах циркуляционные трубы следует рассчитывать при удельных потерях давления на трение 10—15 мм вод. ст. на 1 м их длины.

5. Для удовлетворительной работы циркуляционного кольца потери давления в подающей трубе рекомендуется принимать в четыре раза меньше потерь давления в циркуляционной трубе.

6. Потери давления в циркуляционных кольцах должны быть увязаны. Разница в потерях давления в циркуляционных кольцах не должна превышать 10%.

7. Общие потери давления в циркуляционном кольце не должны превышать 75% располагаемого расчетного циркуляционного давления.

8. Подбор диаметров циркуляционной трубы производят методом, аналогичным применяемому для водяного отопления.

Циркуляцию воды в системах горячего водоснабжения, присоединенных к открытым системам теплоснабжения, осуществляют следующим способом:

а) при водоразборе из обратного теплопровода (зимний режим) за счет разности давлений, создаваемой диафрагмой, устанавливаемой на обратном теплопроводе между точками присоединения подающей и циркуляционной труб системы горячего водоснабжения;

б) при водоразборе из подающего теплопровода (летний режим) за счет разности давлений в трубах тепловой сети, уменьшенной до необходимой величины $H_р$ [см. формулу (20.41)] диафрагмой, устанавливаемой на циркуляционной трубе системы горячего водоснабжения.

Диаметр отверстия диафрагмы, мм, определяют по формуле

$$d_д = 11{,}3\sqrt{\frac{G_д}{\sqrt{H_д}}}, \qquad (20.43)$$

где $G_д$ — расход воды, проходящей через диафрагму, м³/ч;
$H_д$ — напор, поглощаемый диафрагмой, м вод. ст.

Напор, поглощаемый диафрагмой, установленной на обратном теплопроводе, обеспечивающей циркуляцию в зимнее время, определяют по формуле (20.41). Расход воды через диафрагму принимают равным расходу воды в системе отопления.

Давление, м вод. ст., поглощаемое диафрагмой, установленной на обводной линии циркуляционной трубы, обеспечивающей циркуляцию в летнее время, определяют по формуле

$$H_д = H_с - H_р, \qquad (20.44)$$

где $H_с$ — разность давлений в подающем и обратном теплопроводах, м вод. ст.

Расход воды, м³/ч, через диафрагму определяют по формуле

$$G_д = 0{,}00015\,G_р. \qquad (20.45)$$

20.8. Конструктивные указания

Сети трубопроводов горячего водоснабжения следует, как правило, проектировать с нижней тупиковой разводкой. Кольцевая разводка допускается только при наличии соответствующих технико-экономических обоснований.

В душевых при количестве установленных душевых сеток более трех подающий трубопровод должен быть закольцован.

При применении в жилых зданиях стандартных санитарно-технических кабин для увязки потерь давления в подающих и циркуляционных стояках следует применять диафрагмирование. Диаметр отверстия диафрагмы определяется по формуле (20.43). Если искомый диаметр диафрагмы получается меньше 5 мм, следует устанавливать две диафрагмы на расстоянии, равном 10 диаметрам трубы.

В зданиях с числом этажей до четырех включительно при отсутствии циркуляционных стояков и в других отдельных случаях в зависимости от местных условий допускается присоединение полотенцесушителей к системе отопления.

Трубопроводы горячего водоснабжения надлежит проектировать из стальных оцинкованных труб.

Подогреватели, аккумуляторы, главные стояки и разводящие магистрали независимо от места их расположения должны быть покрыты тепловой изоляцией.

Для обеспечения выпуска воздуха и спуска воды трубопроводы системы горячего водоснабжения следует прокладывать с уклоном не менее 0,002.

При верхней разводке и при отсутствии баков-аккумуляторов, расположенных наверху, для выпуска воздуха из системы горячего водоснабжения применяются автоматические воздухоотводчики или, в крайнем случае, воздухосборники с кранами.

Из системы с нижней разводкой воздух выпускается через верхние водоразборные точки. Если при этом предусмотрена циркуляция через стояки, то циркуляционный стояк должен быть присоединен к подающему ниже наиболее высоко расположенного водоразбора.

Питание открытых баков холодной водой следует производить через поплавковые краны. Число шаровых поплавковых кранов должно быть не менее двух.

Баки для нагрева воды снабжают переливной, спускной и сигнальными трубами.

При подаче холодной воды под змеевик горячую воду рекомендуется отбирать из бака на 150 мм ниже уровня воды в баке.

При нагреве воды непосредственным впуском острого пара для устранения возможности попадания воды из перфорированной трубы в подводящий паропровод пос-

[illegible] должен быть расположен вне бака не менее чем [illegible] выше уровня воды в нем.

Емкостные подогреватели, обогреваемые паром низкого и высокого давления или водой температурой выше [illegible] а также стальные котлы при непосредственном [illegible] воды из них должны быть снабжены рычажными предохранительными клапанами, диаметр которых определяется расчетом.

При нагреве воды паром низкого давления в баках и емкостных подогревателях змеевик не должен иметь более четырех рядов труб. В случае необходимости следует устанавливать несколько змеевиков с самостоятельной подачей пара и с отводом конденсата и воздуха от каждого из них.

Для обеспечения постоянства температуры воды, поддерживаемой в баках и в емкостных или скоростных подогревателях, рекомендуется устанавливать автоматические регуляторы температур.

На циркуляционной трубе перед присоединением ее к подогревателю при насосной циркуляции следует устанавливать обратный клапан, при естественной циркуляции — тройник с эжектирующим соплом.

Запорная арматура должна устанавливаться в следующих местах:

а) на всех ответвлениях от магистральных труб;

б) у оснований подающих и циркуляционных стояков в зданиях с числом этажей три и более;

в) на ответвлениях в каждую квартиру;

г) на ответвлениях, питающих пять и более водоразборных точек.

Примечание. Пробочные краны допускается устанавливать, когда давление в сети не превышает 10 м вод. ст.

Манометры устанавливают до и после циркуляционных насосов, а также на подающей трубе.

Термометры устанавливают на подающей трубе (до и после подогревателей) и циркуляционной трубе (после насоса).

Раздел V. ТЕПЛОВЫЕ ВВОДЫ

Для присоединения потребителей к тепловым сетям устраивают тепловые пункты.

На вводах к промышленным предприятиям, а также к абонентам, в ведении которых находятся несколько компактно расположенных зданий, кроме тепловых пунктов, устраиваемых отдельно в каждом здании, сооружают центральные тепловые пункты. Для жилых кварталов целесообразность сооружения центрального теплового пункта с размещением в нем подогревательных установок горячего водоснабжения и его оптимальную мощность определяют технико-экономическим расчетом.

Помещение теплового пункта должно быть отделено от других помещений и иметь открывающиеся наружу входные двери, оборудованные надежными запорами. Помещение должно быть сухим. Пол в помещении теплового пункта выполняют бетонным или плиточным, потолки и стены оштукатуривают и окрашивают. Панель окрашивают масляной краской, а потолки и стены выше панели — клеевой краской.

В газифицированных районах теплопроводы вводят в помещение теплового пункта через газонепроницаемые перегородки (обычно неподвижные опоры), устанавливаемые в наружной стене.

Помещение теплового пункта должно иметь постоянное электрическое освещение с осветительной арматурой, соответствующей требованиям для сырых помещений. В тепловом пункте предусматривают устройство приточно-вытяжной вентиляции, водопровода и канализации.

Размеры (минимальные) помещений тепловых пунктов, м, принимают в зависимости от характеристики зданий и присоединенных систем теплопотребления[1]:

	Длина	Ширина	Высота до выступающих балок перекрытия
Жилые, административные и промышленные здания с отопительными системами, присоединенными непосредственно или через элеваторы, как при наличии систем горячего водоснабжения с непосредственным водоразбором, так и при их отсутствии	4	1,5	2
То же, при наличии систем горячего водоснабжения с водоводяными подогревателями	7	4	2,5
Жилые, административные и промышленные здания с отопительными системами, присоединенными через центробежные подмешивающие насосы, как при наличии систем горячего водоснабжения с непосредственным водоразбором, так и при их отсутствии	5	4	2,5
То же, при наличии систем горячего водоснабжения с водоводяными подогревателями	7	6	2,5

Примечание. При наличии, кроме указанных нагрузок (отопления и горячего водоснабжения), нагрузки вентиляции длина теплового пункта увеличивается на 0,5 м, а высота — на 0,4 м.

Ширину проходов между оборудованием принимают не менее 1 м, расстояние от поверхности изоляции теплопроводов до стен — не менее 0,1 м, расстояние от фланца арматуры до пола или потолка помещения — не менее 0,3 м.

На трубе смешанной воды после элеватора не допускают изгибов на расстоянии не менее пяти диаметров трубы. При этом диаметр трубы после элеватора должен быть на один калибр больше диаметра трубы до элеватора.

Тепловые узлы оборудуют штуцерами с задвижками или вентилями, обеспечивая возможность подсоединения к ним линий водопровода и сжатого воздуха.

Соединение дренажных выпусков с канализацией следует выполнять с воздушным разрывом: через раковину, воронку или приямок.

В случаях, когда на тепловом пункте нет условий для самотечного спуска воды из системы, а также при давлении в водопроводной сети, меньшем статического давления системы абонента, на тепловом пункте должен быть установлен ручной или электрический центробежный насос, обеспечивающий при подсоединении его к тепловому узлу опорожнение или заполнение системы.

На тепловом пункте не допускается устройство обводов вокруг грязевиков и элеваторов, а также перемычек между подающими и обратными трубами.

Тепловой пункт паровых сетей оборудуют дренажами: пусковыми (прямыми) и эксплуатационными (через конденсатоотводчики или ограничительные шайбы). Пусковые дренажи устраивают в следующих местах: перед главными входными задвижками, на распределительном коллекторе, за пусковыми задвижками распределительных паропроводов, во всех нижних точках паропровода на тепловом пункте и в системе паропотребления.

Все горячие трубы, линии холодного водопровода и оборудование теплового пункта должны быть изолированы и окрашены.

Для обслуживания оборудования, расположенного на высоте 2,5 м и более, необходимо устраивать постоянные площадки и лестницы.

Выбор схемы присоединения того или иного потребителя к тепловым сетям в основном зависит от принятых местных систем теплопотребления, системы теплоснабжения, температурного графика тепловых сетей, пьезометрического графика тепловых сетей.

Присоединения к тепловым сетям следует проектировать в соответствии с техническими правилами проектирования, строительства и приемки в эксплуатацию тепловых сетей и вводов.

Глава 21. ПРИСОЕДИНЕНИЕ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ, А ТАКЖЕ ОБЩЕСТВЕННЫХ И КОММУНАЛЬНЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ТЕПЛА К ВОДЯНЫМ ТЕПЛОВЫМ СЕТЯМ

21.1. Системы теплоснабжения

Наиболее распространенными системами теплоснабжения от ТЭЦ и крупных котельных с теплоносителем горячей водой являются двухтрубные закрытые и открытые системы теплоснабжения Термины «закрытая» и «открытая» приняты условно по характеру присоединения систем горячего водоснабжения к тепловым сетям — через подогреватели и непосредственно (непосредственный водоразбор).

[1] Инструкция по эксплуатации тепловых сетей. М., «Энергия», 1972.

21.2. Температурный график водяных тепловых сетей

В настоящее время в системах теплоснабжения более широко применяют регулирование температуры теплоносителя по графику 150—70° С. В ряде случаев температуру теплоносителя повышают до 180° С, такая высокая температура пригодна только для

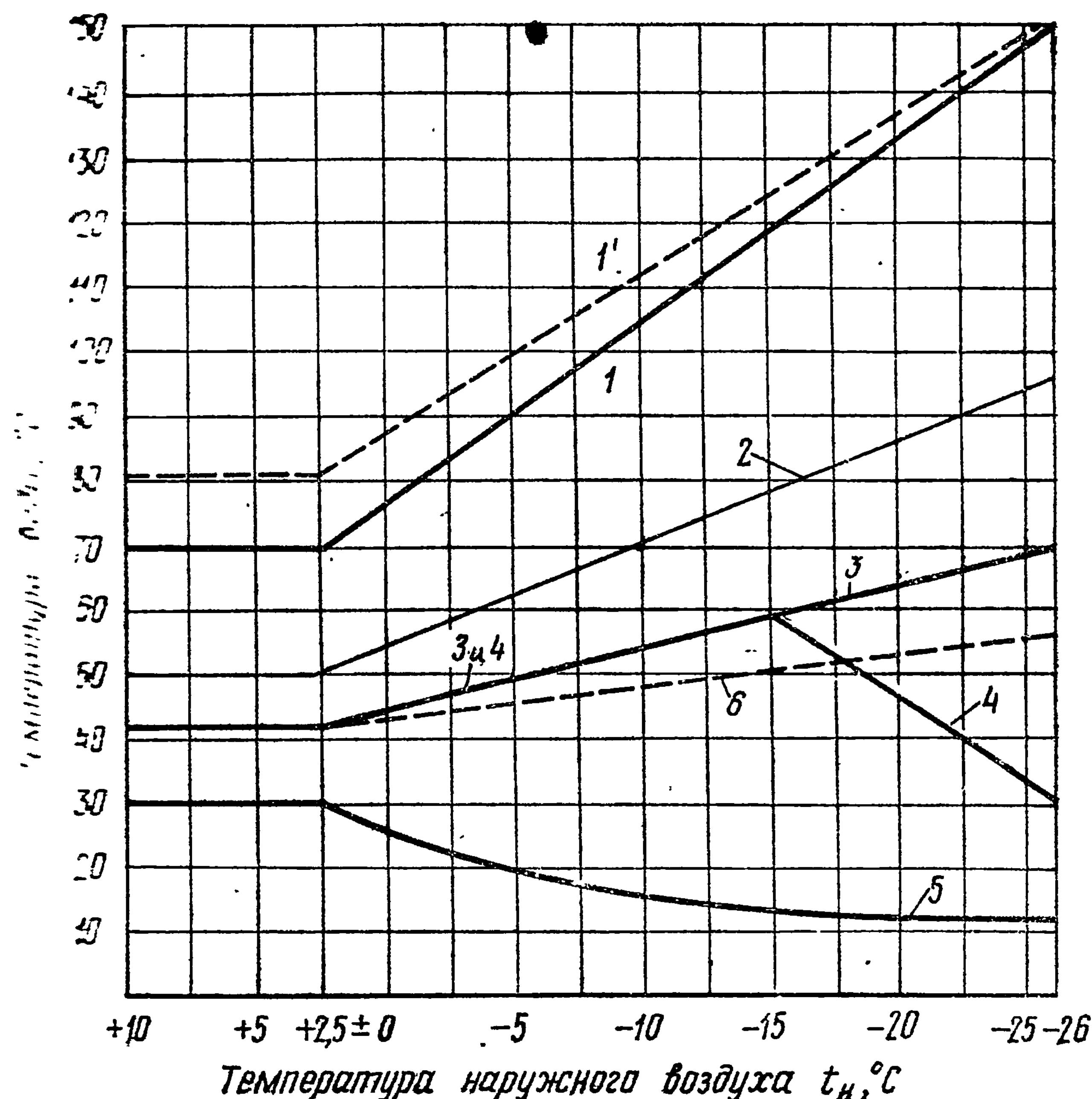


Рис. 21.1. Примерный график регулирования температуры воды в тепловой сети ($Q_о=80\%$; $Q_{вент}=6\%$; $Q_{г.в}=14\%$, в том числе 15% — параллельное присоединение; 85% — последовательное присоединение по двухступенчатой схеме)

1 и 1' — температура воды в подающем теплопроводе соответственно при нормальном (отопительном) и повышенном графике (пунктирная линия); 2 — температура воды в подающей трубе местной системы отопления; 3 — температура обратной воды от системы отопления; 4 — то же, от системы вентиляции; 5 — то же, от системы горячего водоснабжения (присоединение по параллельной схеме); 6 — температура смешанной обратной воды

транзитных теплопроводов, городские же тепловые сети после станции смешения обычно работают по температурному графику 150—70° С.

Схема присоединения систем теплопотребления должна предусматривать снижение температуры теплоносителя до величин, заданных для местных систем (отопление 95 и 105° С, горячее водоснабжение 60° С) *.

На рис. 21.1 приведен примерный график регулирования температуры теплоносителя по отопительной нагрузке с параллельным включением подогревателей горячего водоснабжения (линии *1*, *3* и *5*). При этом графике расход сетевой воды на 1 Гкал/ч составляет:

$$\frac{1 \cdot 10^6}{(70 - 30)\,10^3} = 25 \text{ т/ч},$$

т. е. вдвое больше, чем требуется на 1 Гкал/ч для отопления:

$$\frac{1 \cdot 10^6}{(150 - 70)\,10^3} = 12{,}5 \text{ т/ч}.$$

В целях снижения расхода теплоносителя, уменьшения затрат на его перекачку и стоимости тепловой сети в последнее время широко применяют повышенный график центрального регулирования температуры теплоносителя по суммарной нагрузке отопления и горячего водоснабжения с двухступенчатыми (последовательной и смешанной) схемами включения подогревателей горячего водоснабжения (пунктирные линии *1'* и *6*).

Повышенный график, согласно главе СНиП II-Г.10-62, допускается применять при наличии систем горячего водоснабжения не менее чем у 75—80% жилых и общественных зданий [1].

Температурный график, необходимый для проектирования тепловых пунктов, принимается по техническим условиям энергоснабжающей организации или по данным организации, проектирующей систему централизованного теплоснабжения от ТЭЦ (котельной).

21.3. Пьезометрический график тепловых сетей

Пьезометрический график характеризует динамическое и статическое давление в любой точке теплофикационной системы, т. е. ее динамическое и статическое состояние, которое необходимо учитывать при выборе схемы присоединения.

На рис. 21 2 показаны наиболее часто встречающиеся случаи расположения отдельных потребителей при сложном рельефе местности.

21.4. Присоединение систем отопления

При выборе схем присоединения систем отопления к тепловым водяным сетям необходимо учитывать допустимое давление на отопительные приборы (см. главу 12). Увеличение давления сверх допустимого может привести к аварии.

В техническом задании теплоснабжающей организации должны быть указаны расчетный температурный график, давление в подающем и обратном теплопроводах и отметка линии статического давления в системе теплоснабжения.

В зависимости от характера пьезометрического графика отопительные системы присоединяют к тепловым сетям, работающим на перегретой воде, по следующим основным схемам [2]:

а) с элеватором (рис. 21.3);

б) с насосом на перемычке или на подающей либо обратной линии (рис. 21.4—21.6);

в) непосредственно, без подмешивания (рис. 21.7);

г) через подогреватель (рис. 21.8).

Присоединение с элеватором применяется в тех случаях, когда разность давлений составляет не менее

* Для зданий различного назначения расчетные температуры воздуха внутри помещений и температуры воды после подогревателей даны в главах СНиП II-Г.7-62, СНиП II-Г.8-62 и СНиП II-Г.10-62.

[1] Подробные данные по режимам регулирования см. в «Справочнике проектировщика. Тепловые сети». М., Стройиздат, 1965.

[2] Подробные схемы и типовые рабочие чертежи узлов даны в «Альбоме типовых деталей» ТС-01-15, вып. I-IV. М., Госстрой СССР, 1965.

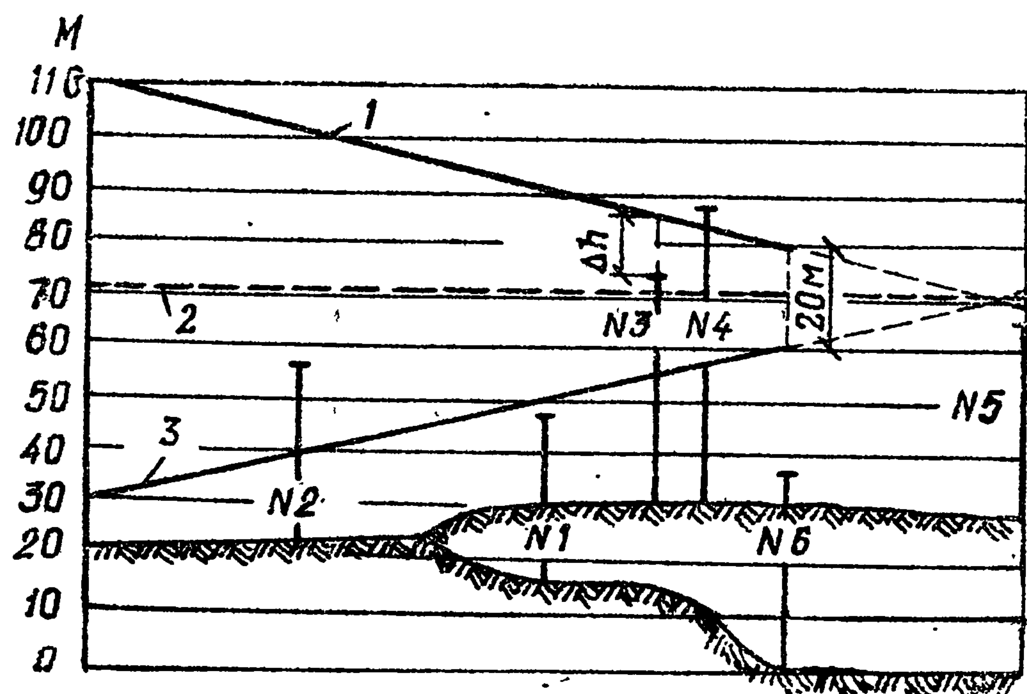


Рис. 21.2. Пьезометрический график тепловой сети (№ 1—6 — потребители)

1 — линия давления в подающей тепловой магистрали; *2* — линия статического давления в системе теплоснабжения; *3* — линия давления в обратной тепловой магистрали

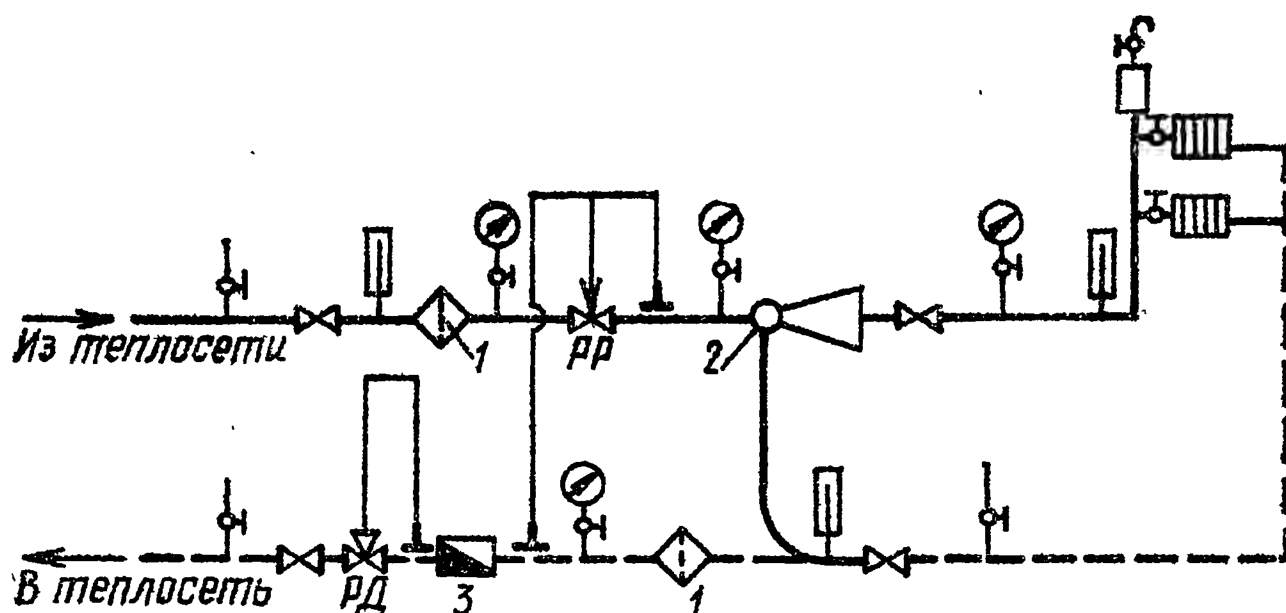


Рис. 21.3. Схема присоединения системы отопления с элеватором

1 — грязевик; *2* — элеватор; *3* — водомер или расходомер; *РР* — регулятор расхода; *РД* — регулятор давления

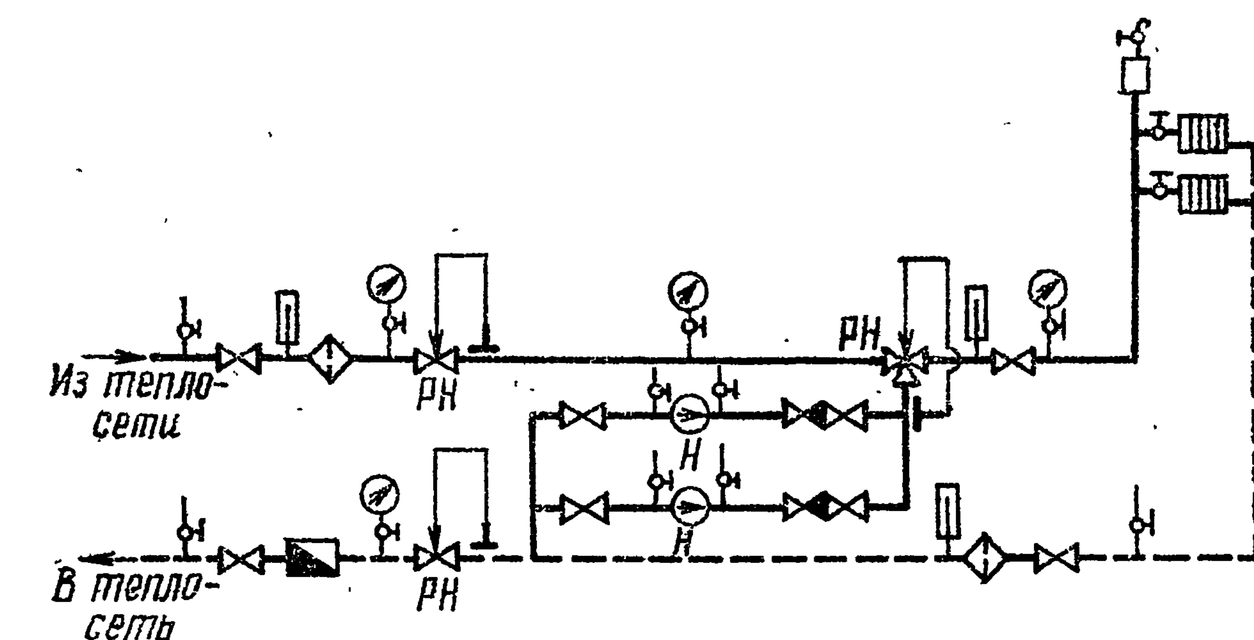
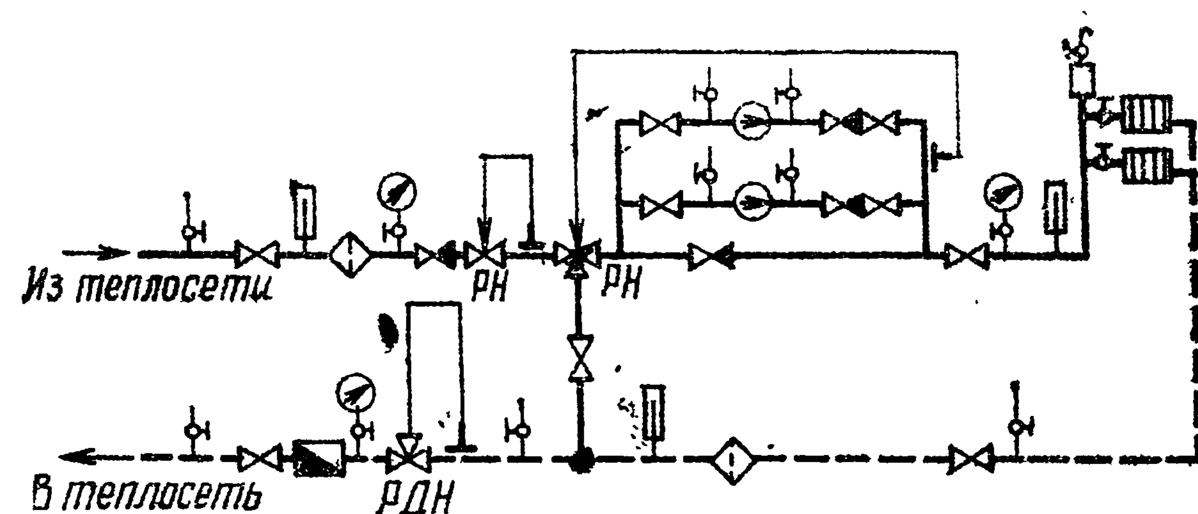


Рис. 21.4. Схема присоединения системы отопления с насосами на перемычке

РН — регулятор напора прямого действия; *Н* — насос

15 м вод. ст., а давление в обратной тепловой магистрали не превышает 60 м вод. ст.

Присоединение с насосом на перемычке применяется при разности давлений, недостаточной для работы элеватора. В частном случае присоединение с насосом на перемычке применяется, когда давление в обратной линии меньше статического давления местной системы,



21.5. Схема присоединения системы отопления с насосами на подающей линии

РДН — регулятор давления непрямого действия

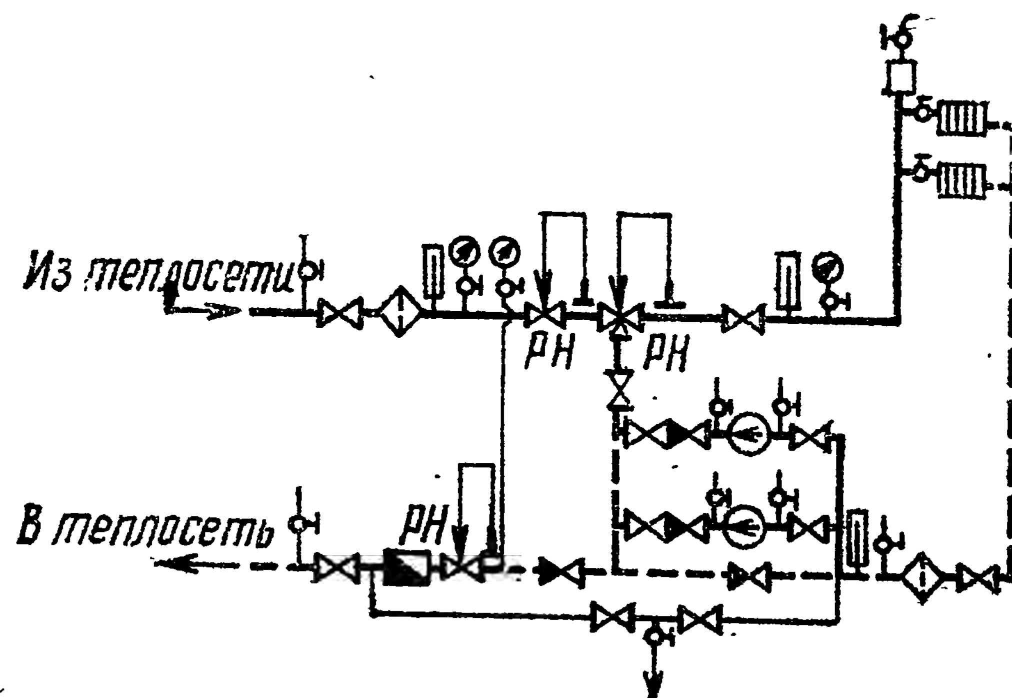


Рис. 21.6. Схема присоединения системы отопления с насосами на обратной линии

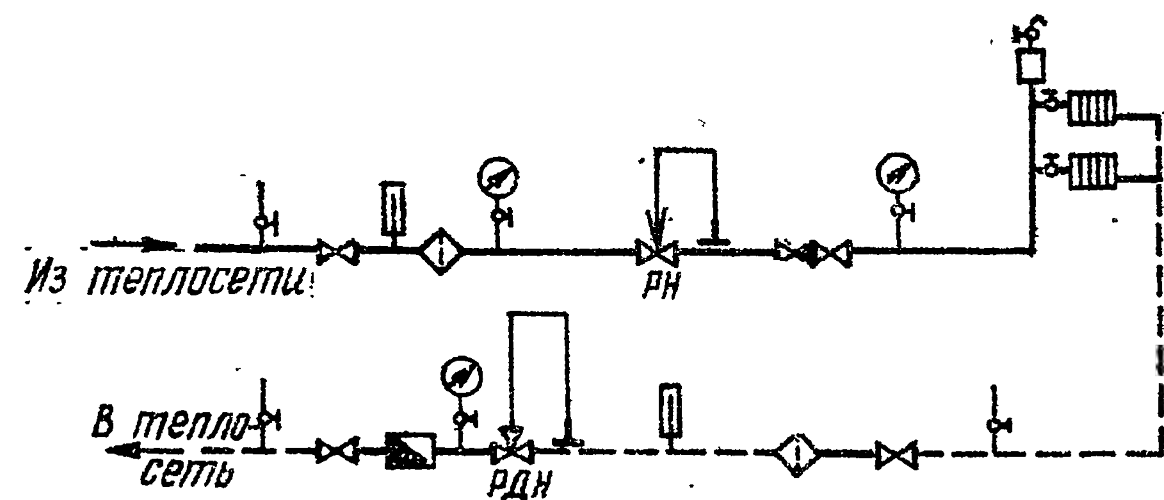


Рис. 21.7. Схема непосредственного присоединения системы отопления

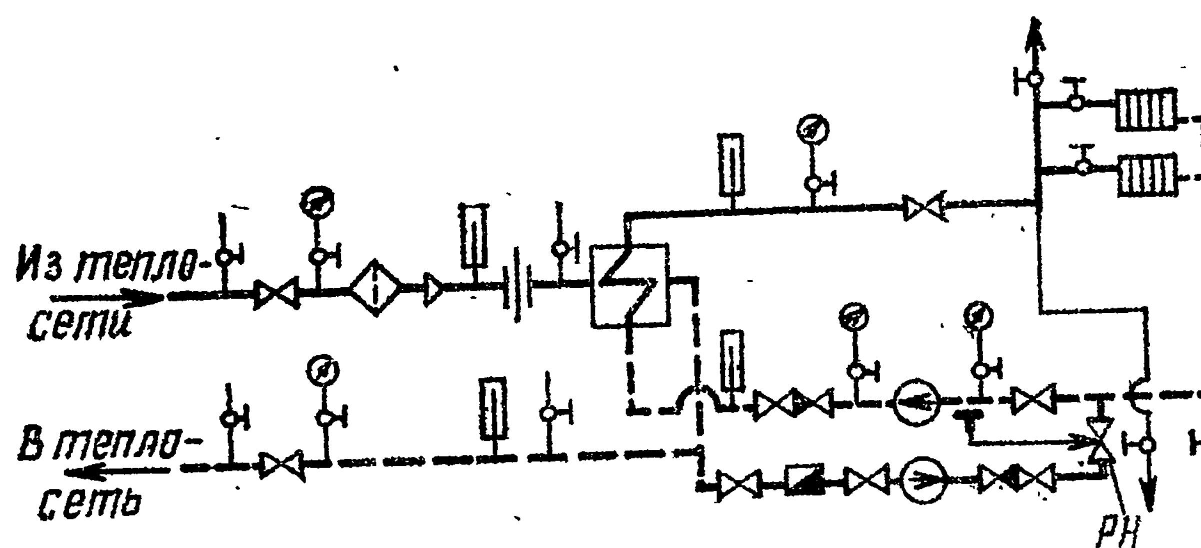


Рис. 21.8. Схема присоединения системы отопления через подогреватель (независимое присоединение)

соответствующего высоте здания. При этом за расчетную разность давлений принимают разность между давлением в подающей линии и статическим давлением местной системы с учетом запаса на непредвиденные сопротивления (не менее 4 м вод. ст.).

Присоединение систем отопления по независимой схеме через подогреватели применяют в случаях, когда давление в обратной тепловой магистрали или статическое давление в системе теплоснабжения больше допустимого на отопительные приборы, а также для особо ответственных зданий (музеи, архивы, архитектурные памятники и др.).

Для уникальных зданий и зданий особого назначения подогревательную установку проектируют из двух параллельно включенных подогревателей.

Потребителей, не ограниченных температурой воды в системах отопления и вентиляции, можно присоединять к тепловым сетям по схеме без подмешивания обратной воды[1]. При этом должна быть исключена возможность вскипания перегретой воды при динамическом и статическом состояниях систем.

Для наиболее часто встречающихся случаев расположения отдельных потребителей при сложном рельефе местности (см. рис. 21.2) применяют следующие из указанных выше схем присоединений.

Потребитель № 1 — присоединение по элеваторной схеме (см. рис. 21.3), так как разность давлений на вводе вполне достаточна. Регулятор давления на обратной линии не устанавливают, поскольку статическое давление местной системы, соответствующее высоте абонента, меньше давления в обратной тепловой магистрали и статического давления в системе теплоснабжения.

Потребитель № 2 — присоединение по элеваторной схеме (см. рис. 21.3) с установкой регулятора давления (клапана подпора) на обратной линии, так как высота здания выходит за пределы давления в обратной тепловой магистрали.

Потребитель № 3 — присоединение с насосом на перемычке (см. рис. 21.4), так как разность давлений Δh недостаточна для присоединения абонента через элеватор, а высота здания выходит за пределы давления в обратной магистрали и за пределы статического давления в системе теплоснабжения. На вводе необходимо устанавливать регулятор давления (на обратной линии) и обратный клапан (на подающей линии).

Потребитель № 4 — присоединение с насосом на подающей линии (см. рис. 21.5), так как высота здания выходит за пределы давления в подающей тепловой магистрали. Применение такой схемы следует согласовывать с теплоснабжающей организацией, поскольку при остановке циркуляционных насосов на ТЭЦ и при несрабатывании обратного клапана на подающей линии вся система теплоснабжения оказывается под недопустимым статическим давлением местной системы, что может вызвать аварию. Такие потребители целесообразнее присоединять по независимой схеме через подогреватель (см. рис. 21.8).

Потребитель № 5 — присоединение с насосом на обратной линии (см. рис. 21.6), так как здание находится в зоне пересечения пьезометрических линий подающей и обратной тепловых магистралей. Этот случай вообще ненормален и рассматривается как исключение. При пересечении пьезометрических линий насосы иногда устанавливают на подающей линии (см. рис. 21.5).

Потребитель № 6 — присоединение по независимой, гидравлически несвязанной схеме через подогреватель (см. рис. 21.8), так как давление в обратной тепловой магистрали больше допустимого.

21.5. Присоединение систем горячего водоснабжения

При открытой системе теплоснабжения система горячего водоснабжения присоединяется непосредственно к подающей и обратной теплофикационным линиям на вводе (непосредственный водоразбор) (рис. 21.9).

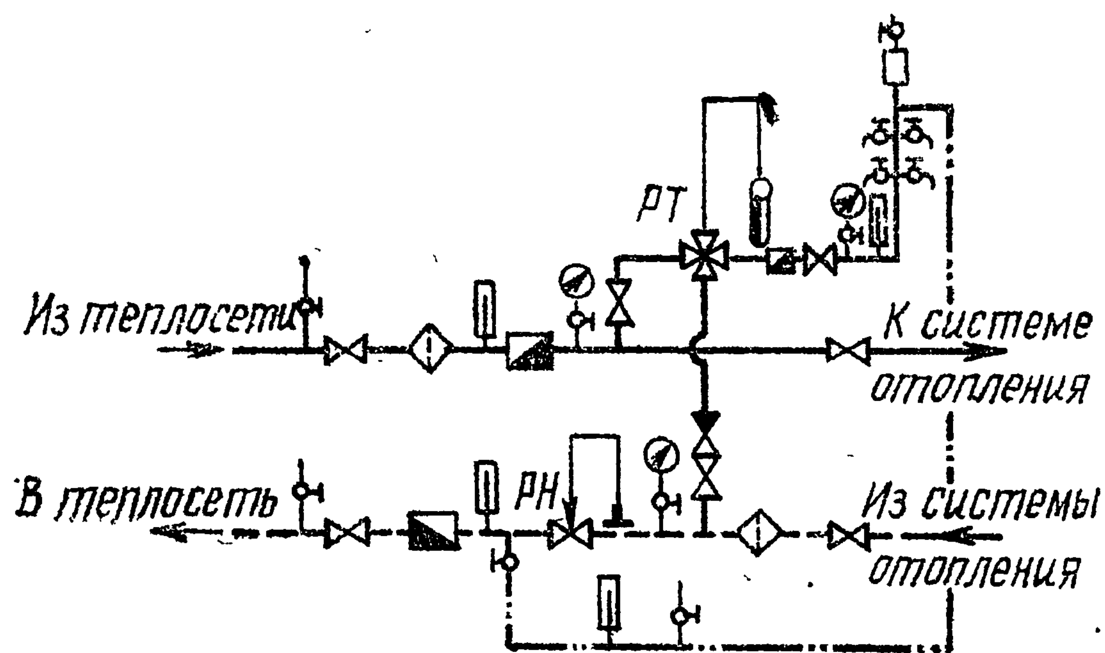


Рис. 21.9. Схема присоединения системы горячего водоснабжения при непосредственном водоразборе

РТ — регулятор температуры прямого действия

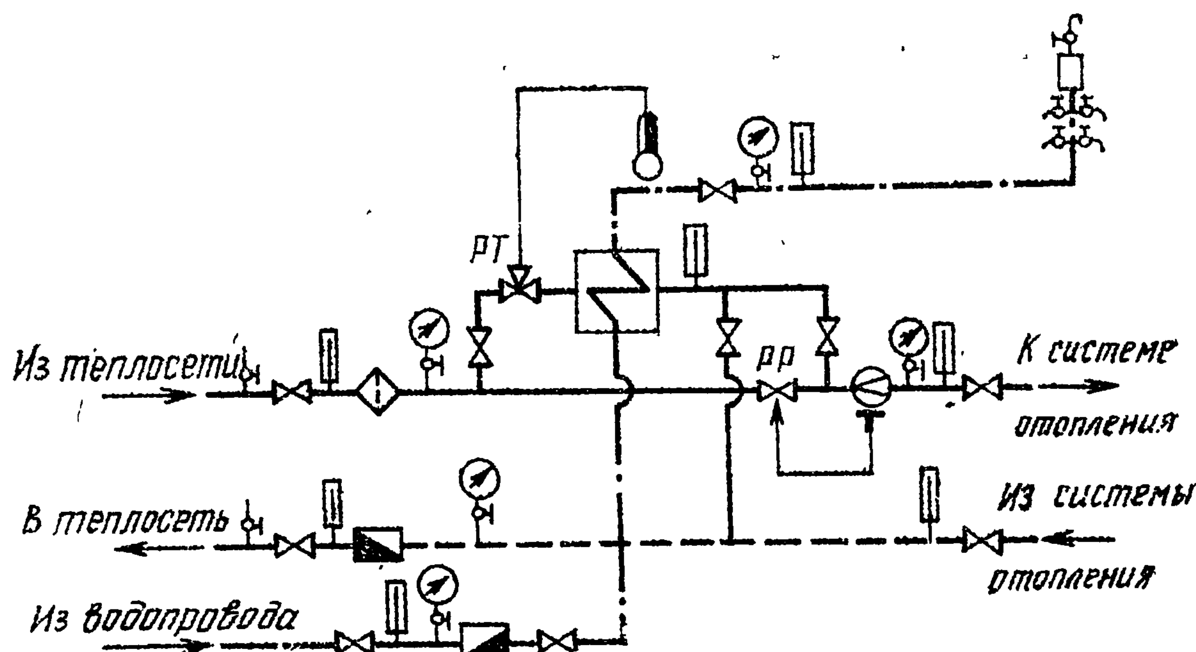


Рис. 21.10. Схема присоединения системы горячего водоснабжения с предвключенным подогревателем

Потоки сетевой воды из подающей и обратной линий смешиваются в смесителе или непосредственно в корпусе регулятора температуры (РТ), установка которого обязательна для поддержания постоянной (заданной) температуры разбираемой воды (обычно 60° С).

Для исключения перетока воды из подающей линии в обратную на перемычке устанавливается обратный клапан.

Присоединение систем горячего водоснабжения по схеме с непосредственным водоразбором, применяемой как с аккумуляторами, так и без них, допускается, если система теплоснабжения обеспечена специальной водоподготовкой на ТЭЦ (в котельной).

При закрытой системе теплоснабжения присоединение систем горячего водоснабжения осуществляется через водоводяные скоростные подогреватели. Выбор

[1] См. главу СНиП II-Г.7-62.

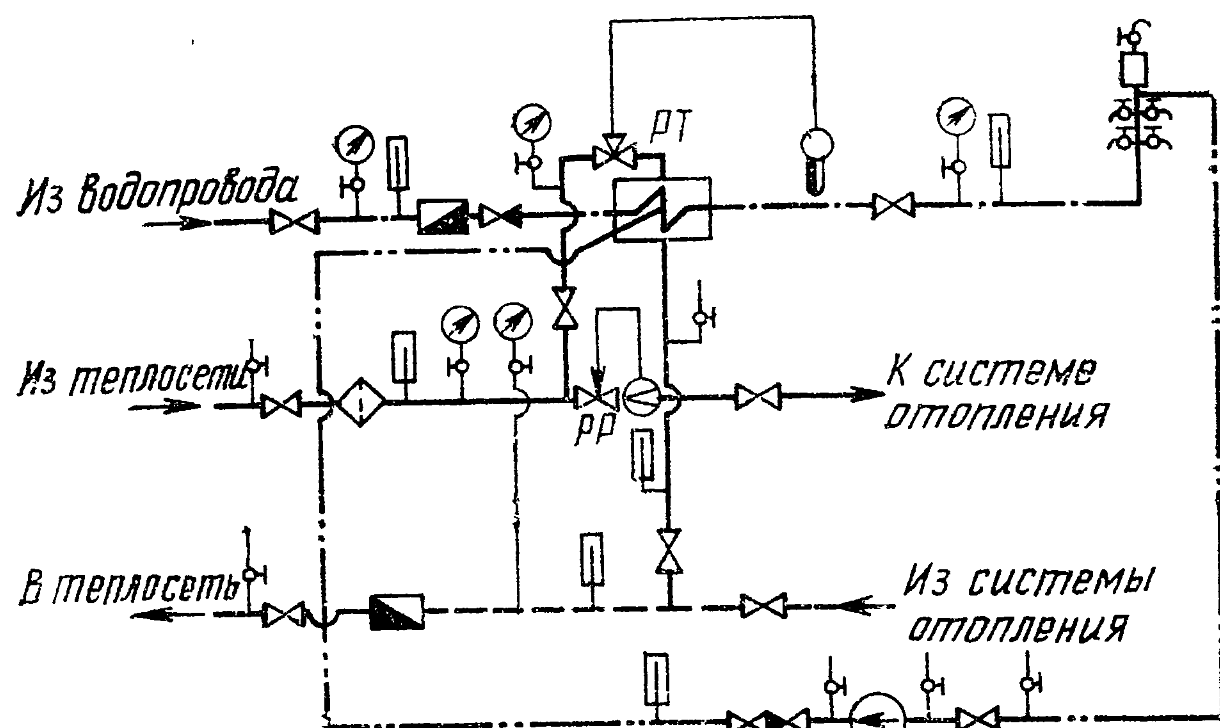


Рис. 21.11. Схема присоединения системы горячего водоснабжения с включением подогревателя по параллельной схеме

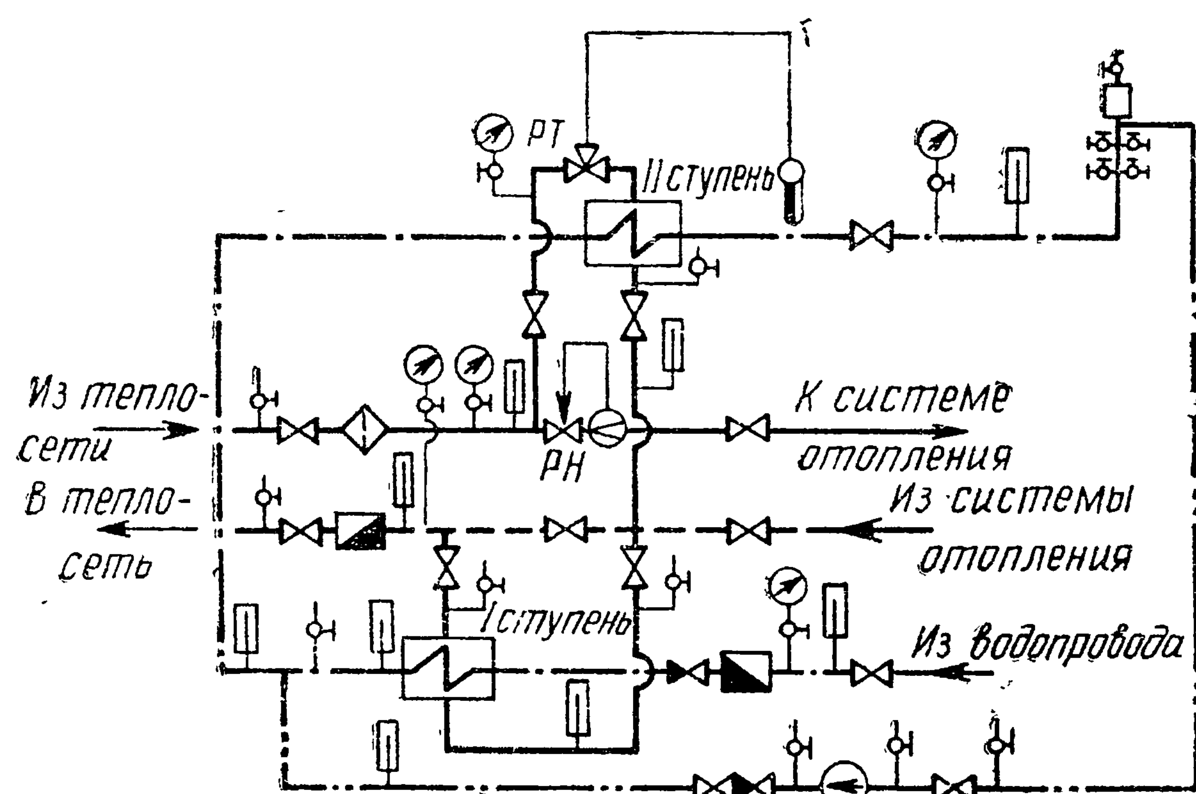


Рис. 21.12. Схема присоединения системы горячего водоснабжения с включением подогревателей по двухступенчатой смешанной схеме

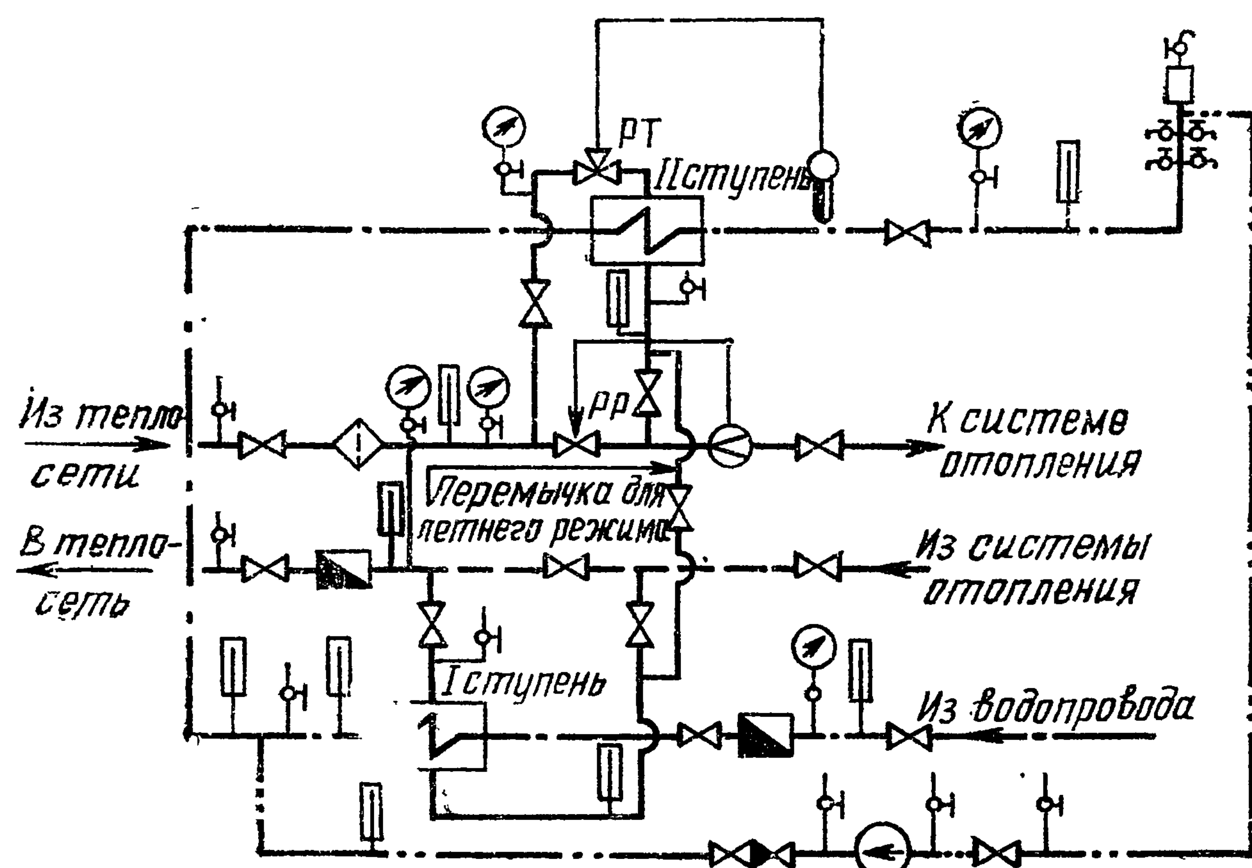


Рис. 21.13. Схема присоединения системы горячего водоснабжения с включением подогревателей по двухступенчатой последовательной схеме

схемы включения подогревателей горячего водоснабжения в основном обусловливается принятым температурным режимом работы тепловой сети и отношением максимальных расходов тепла на нужды горячего водоснабжения и отопления $\rho = Q_{г.в}^{макс}/Q_o$. Предел указанного отношения, при котором применяется та или иная схема включения подогревателей (двухступенчатая последовательная, двухступенчатая смешанная, предвключенная — рис. 21.10, параллельная — рис. 21.11) для

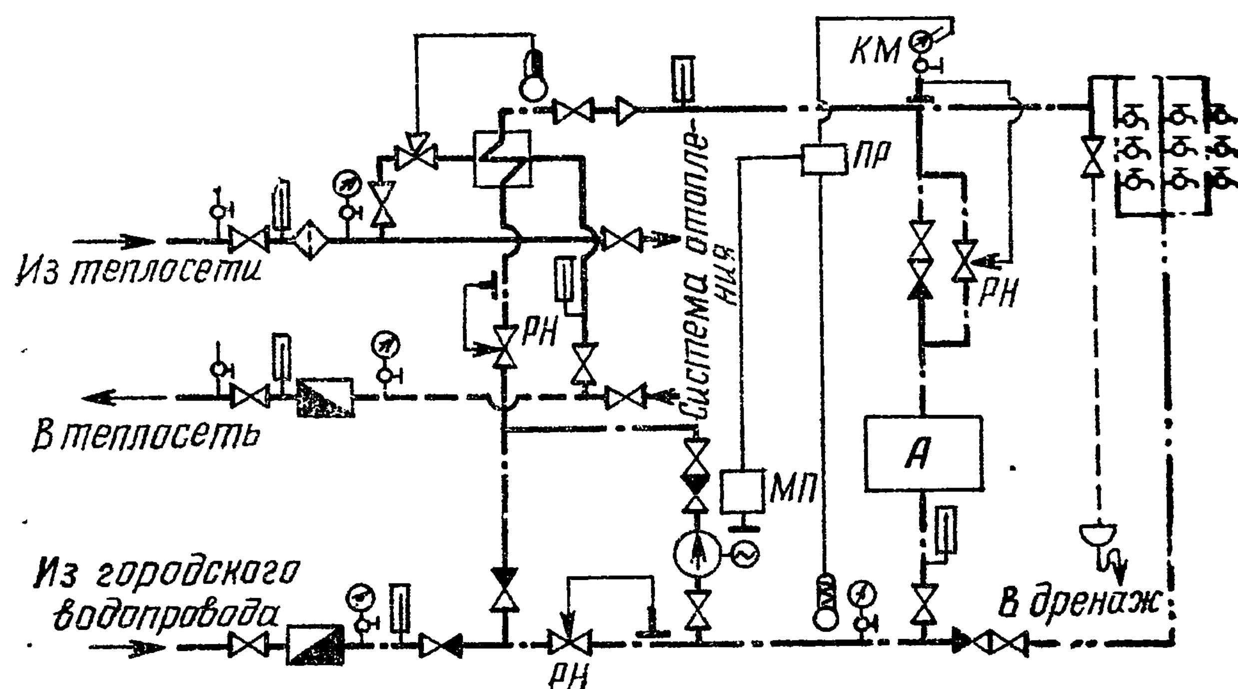


Рис. 21.14. Схема присоединения системы горячего водоснабжения с нижним аккумуляторным баком

А — аккумуляторный бак; *МП* — магнитный пускатель; *ПР* — промежуточное реле; *КМ* — контактный манометр

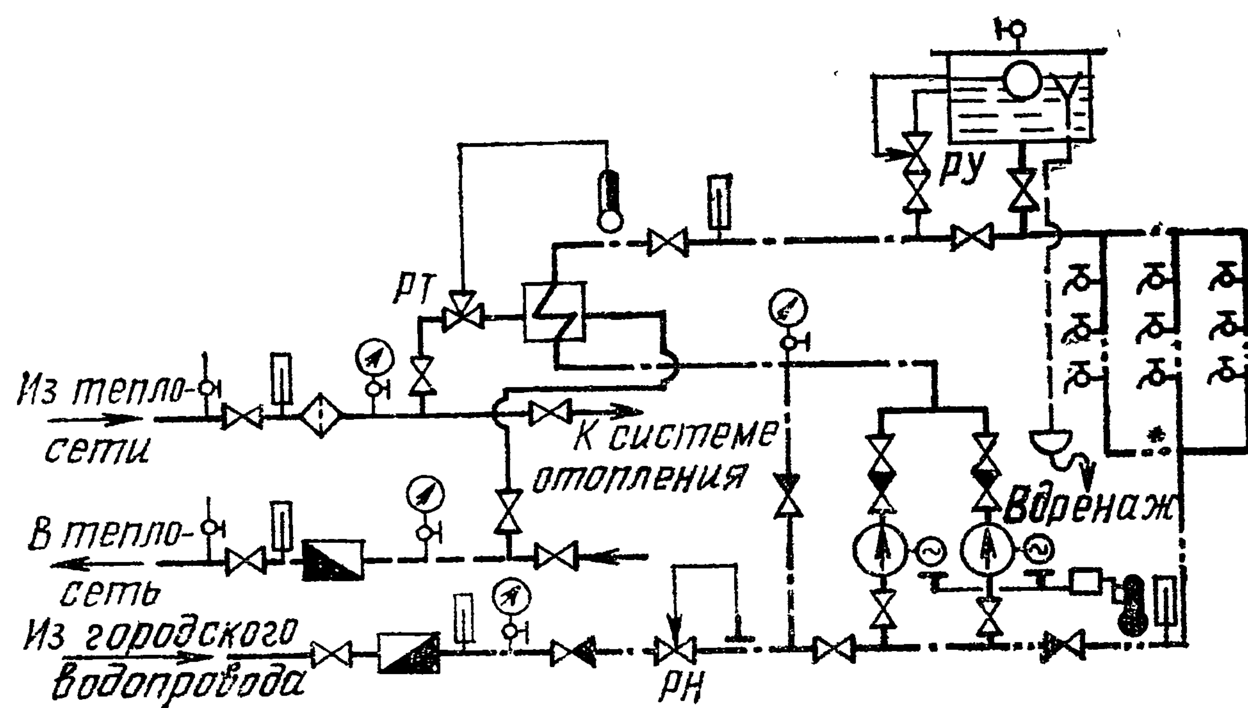


Рис. 21.15. Схема присоединения системы горячего водоснабжения с верхним аккумуляторным баком

РУ — регулятор уровня

нормального (отопительного) и повышенного температурных графиков, определяется Строительными нормами и правилами (СНиП) или нормами технологического проектирования.

Подогреватели горячего водоснабжения бань, прачечных, плавательных бассейнов, гостиниц и больниц следует включать по параллельной схеме с установкой аккумуляторных баков.

Принцип работы подогревателей горячего водоснабжения, включаемых по двухступенчатой смешанной схеме (рис. 21.12), заключается в следующем. Водопроводная вода поступает в трубный пучок подогревателя I ступени, где она нагревается обратной водой из системы отопления и обратной водой из подогревателя II ступени. Затем водопроводная вода поступает в труб-

...ток подогревателя II ступени, где ее температу... ...вышается до расчетной сетевой водой из подаю... теплопровода. Расход сетевой воды из подающе... ...провода на подогрев водопроводной воды в по... ...ателе II ступени зависит от степени ее нагрева ...гревателе I ступени. Этот расход регулируется ...ием регулятора температуры РТ по импульсу от ...реле, установленного на трубе нагретой воды на ...де ее из подогревателя II ступени.

...инцип работы подогревателей горячего водоснаб... включаемых по двухступенчатой последователь... ...схеме (рис. 21.13), отличается от принципа работы ...гревателей, включаемых по двухступенчатой сме... схеме, тем, что вода из подающего теплопрово... ...пройдя через подогреватель II ступени, поступает, ...при предвключенной схеме (см. рис. 21.10), в си... отопления, а не в подогреватель I ступени. Для ...го периода предусматривается перемычка (в схеме ...рис 21.12 эта перемычка является рабочей).

...инципы работы подогревателей горячего водо... ...жения, включаемых по другим схемам, ясны из ри... ...в

...ловия присоединения систем горячего водоснаб... к тепловой сети, необходимые для проектирова... выдаются энергоснабжающей организацией.

...ак правило, узлы присоединения отопительных ...ем совмещаются с узлами присоединения систем го... водоснабжения и размещаются в одном тепло... пункте. В связи с этим для конкретных условий ...ходимо составлять совмещенные схемы, пользуясь ...ами, приведенными на рис. 21.3—21.15. Для цент... ...ных тепловых пунктов при составлении схем сле... учитывать качество водопроводной воды, преду... ...вая в необходимых случаях ее дополнительную ...ботку.

...ип тепловых пунктов (индивидуальные или груп...) и оптимальную тепловую мощность центрально... теплового пункта определяют технико-экономиче... ...ми расчетами.

Глава 22. ПРИСОЕДИНЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ К ВОДЯНЫМ ТЕПЛОВЫМ СЕТЯМ И ПАРОПРОВОДАМ

22.1. Основные положения по выбору схем присоединения

Выбор схем тепловых пунктов и отдельных узлов ...соединения промышленных предприятий к теплопро...дам зависит от масштаба теплопотребления, размера ...ритории, размещения на ней цехов и их количества, ...нятых систем отопления и вентиляции и других фак...ров, которые необходимо учитывать при проектиро... в каждом конкретном случае. Особое внимание ...ходимо уделять организации сбора и возврата кон...сата к источнику тепла.

При выборе схем присоединения водяных систем ...ления промышленных предприятий следует выпол... те же требования, что и для систем жилых зда..., а также общественных и коммунальных потреби... В большинстве случаев системы, работающие смешанной воде температурой 95 и 105° С, можно ...соединять по схемам, приведенным на рис. 21.3—...5.

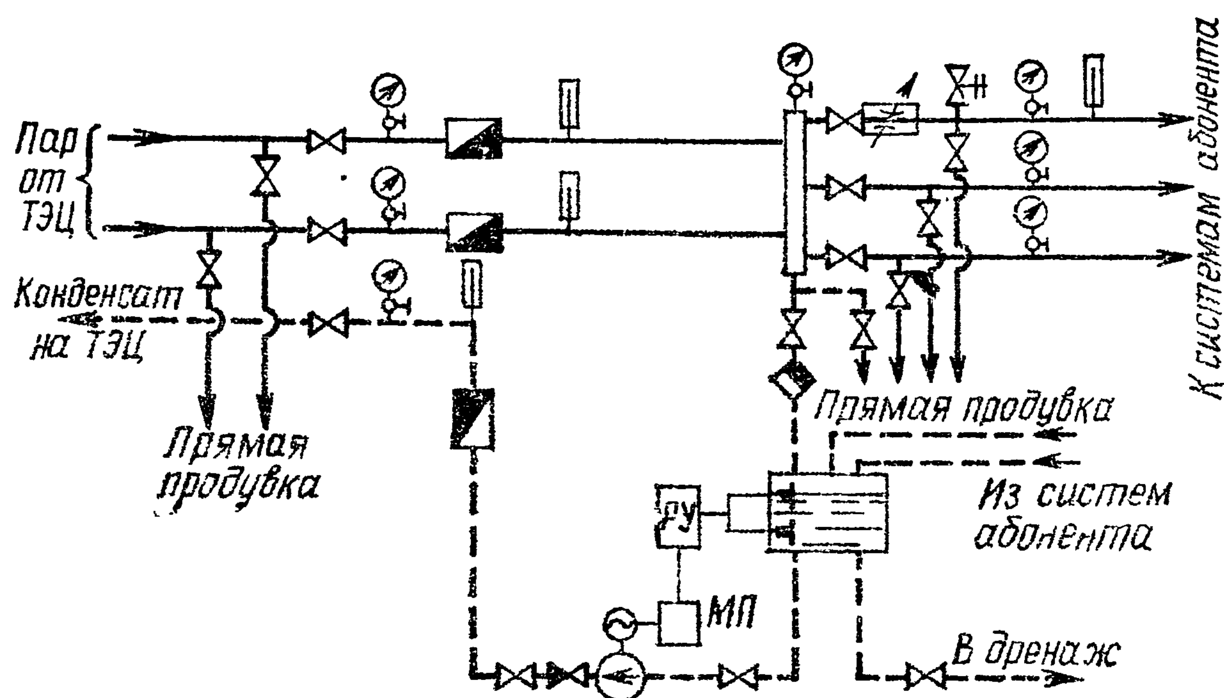


Рис. 22.1. Схема непосредственного присоединения потребителей к паропроводам

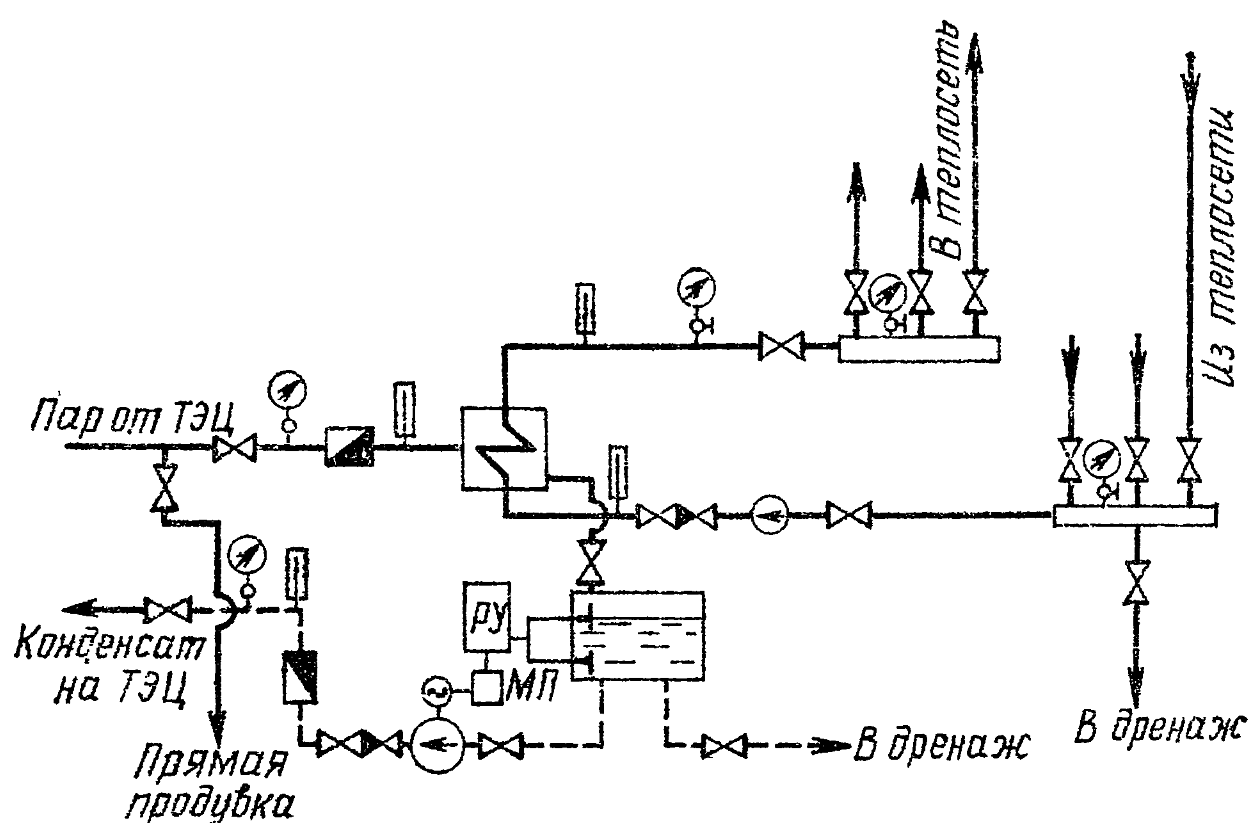


Рис. 22.2. Схема независимого присоединения водяных систем к паропроводам

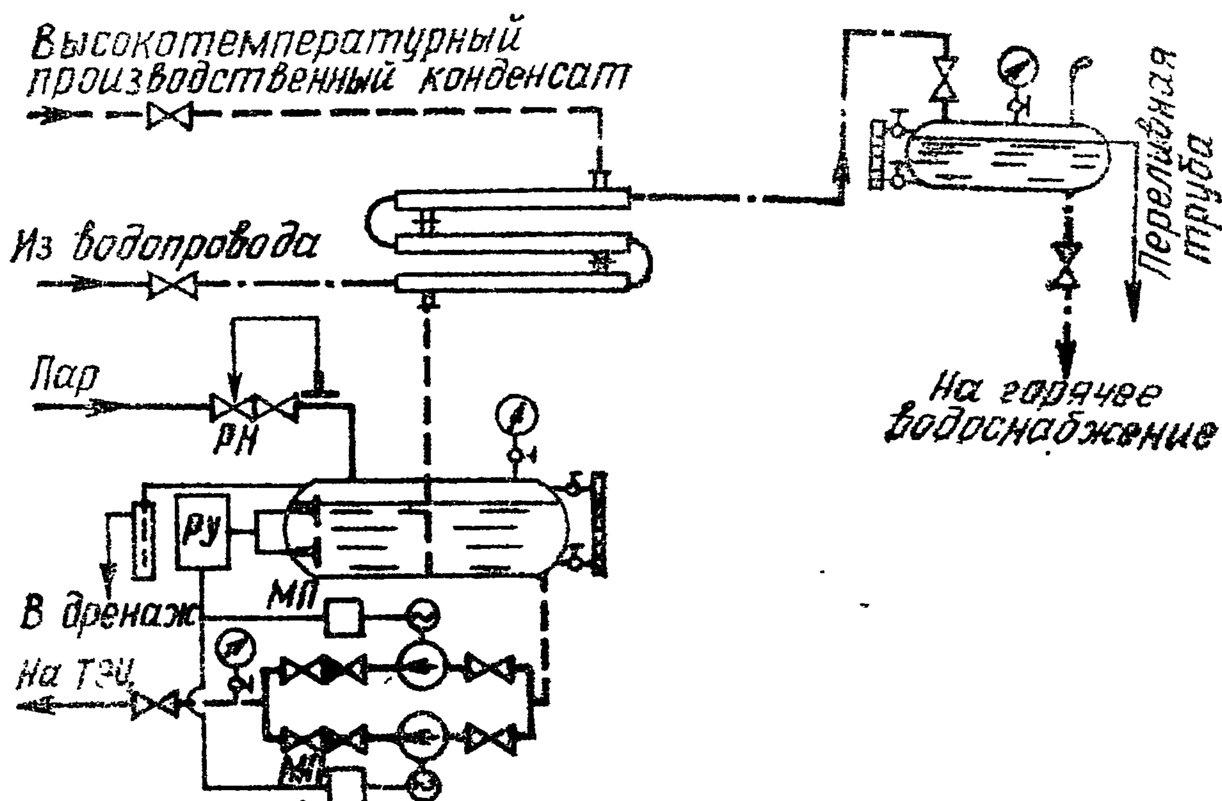


Рис. 22.3. Закрытая схема сбора и возврата конденсата с водяным охладителем

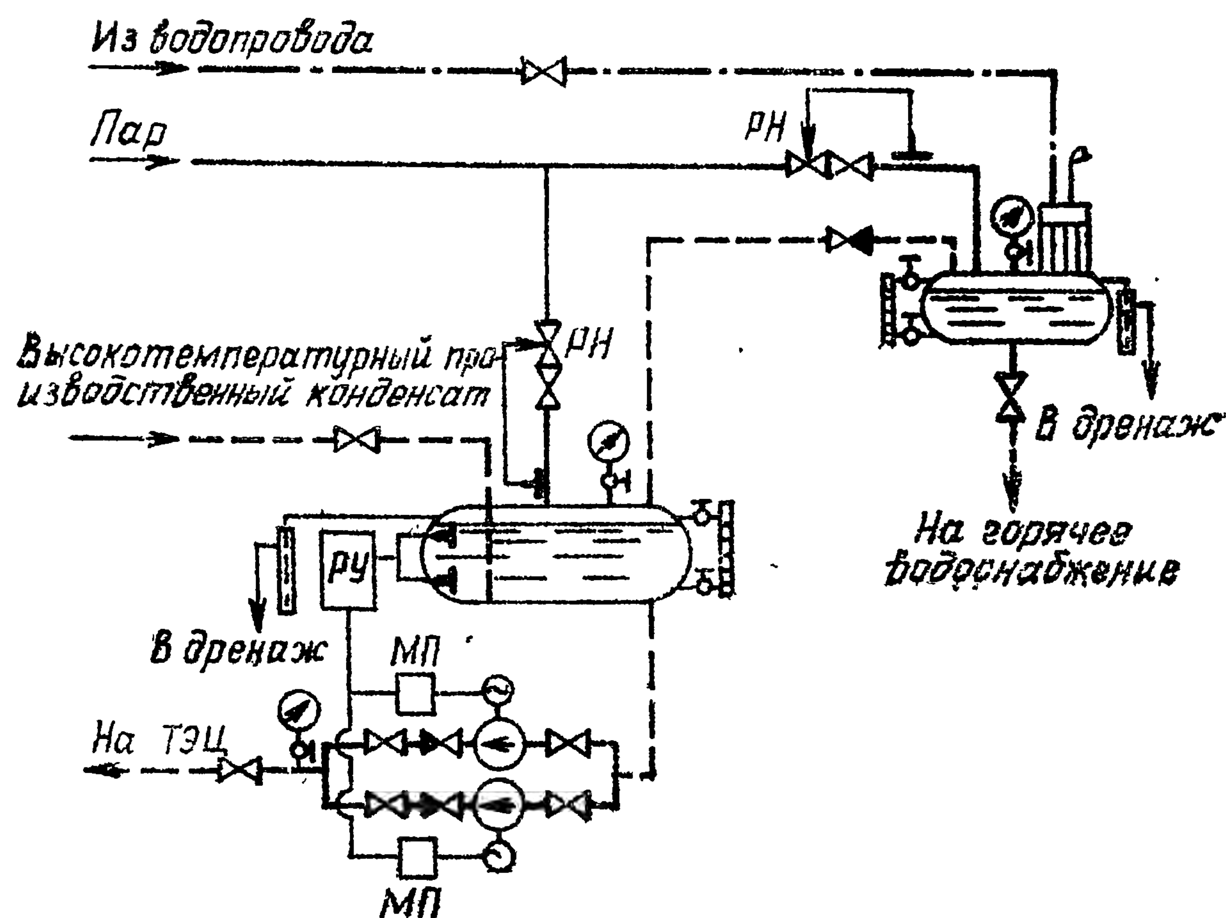


Рис. 22.4. Закрытая схема сбора и возврата конденсата со смешивающим охладителем пара вторичного вскипания

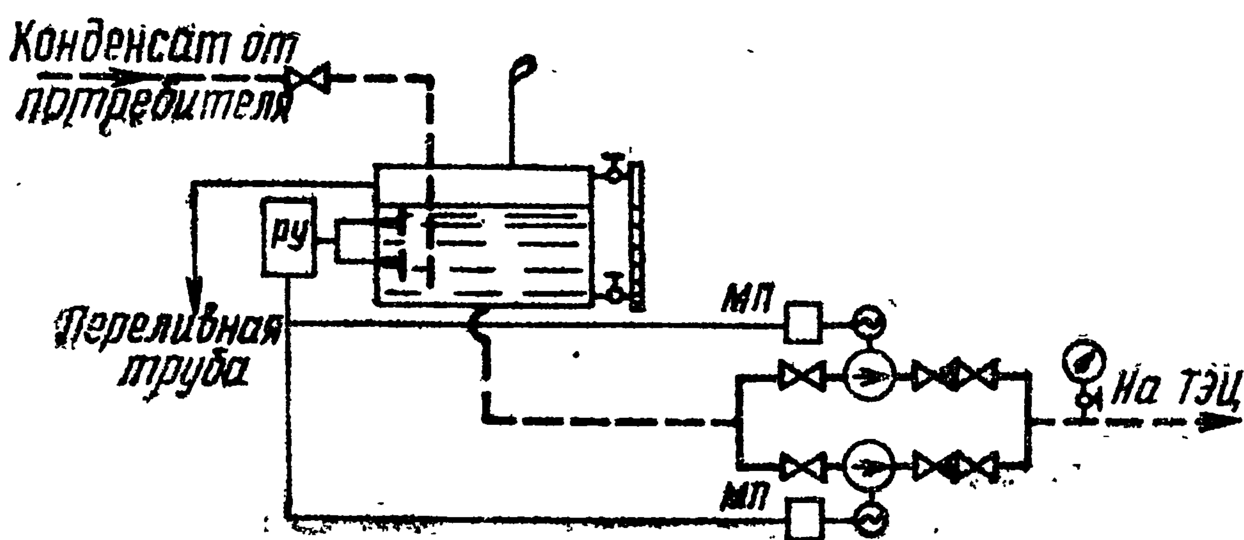


Рис. 22.5. Открытая схема сбора и возврата конденсата

Схемы присоединения потребителей тепла к паропроводам приведены на рис. 22.1 и 22.2.

Выбор схем присоединения потребителей к паропроводам зависит от характера обслуживаемого производства и параметров пара [1].

22.2. Сбор и возврат конденсата

Сбор конденсата от потребителей и возврат его к источнику тепла, как правило, организуют на каждом предприятии, потребляющем пар.

На станции перекачки конденсата следует обеспечивать химический контроль за его качеством. В конденсате, возвращаемом на ТЭЦ (в котельную), не должно быть механических примесей, масла, окислителей, органических веществ. Щелочность и жесткость конденсата не должны превышать норм, установленных «Правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей».

В целях предотвращения коррозии труб и оборудования схему возврата конденсата принимают, как правило, закрытой (рис. 22.3 и 22.4).

[1] Подробные схемы для различных промышленных предприятий и установок даны в «Альбоме типовых деталей» ТС-01-15, вып. V. М., Госстрой СССР, 1965.

На небольших предприятиях и для отдельных цехов иногда применяют открытую схему возврата конденсата (рис. 22.5).

Глава 23. КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И АВТОМАТИКА

Узел управления теплового пункта водяной тепловой сети должен быть оснащен следующими контрольно-измерительными приборами:

а) манометрами показывающими на подающем и обратном теплопроводах после входных задвижек; штуцерами для манометров на подающем и обратном теплопроводах до указанных задвижек, а также на всех ответвлениях подающего теплопровода после задвижек и на трубах местной системы после смесительного устройства;

б) термометрами показывающими на подающем и обратном теплопроводах после входных задвижек, на подающей трубе смешанной воды после элеватора или смесительного насоса, а также гильзами для термометров на обратных трубах, идущих от всех присоединяемых к данному узлу теплопотребляющих систем, до задвижек;

в) расходомерами на подающем или обратном теплопроводе, а в открытых системах теплоснабжения на подающем теплопроводе и на линии горячего водоснабжения после смесительного устройства.

Узел управления теплового пункта паровой системы теплопотребления должен быть оснащен следующими контрольно-измерительными приборами:

а) на паропроводах — регистрирующими и суммирующими тепломерами (расходомерами), регистрирующими манометрами и регистрирующими и указывающими термометрами;

б) на конденсатопроводах — суммирующими тепломерами (расходомерами), показывающими манометрами и термометрами;

в) до и после редукционных клапанов — показывающими манометрами и термометрами.

Недопустима установка одного манометра для измерения давления в двух или нескольких точках путем переключения импульсных труб.

Диафрагмы расходомеров, а также скоростные водомеры располагают на прямолинейных участках трубопровода, длина которых должна соответствовать действующим правилам.

Тепловые пункты с нагрузкой более 2 Гкал/ч, как правило, укомплектовывают следующими контрольно-измерительными приборами [1]:

а) манометрами самопишущими на подающем и обратном теплопроводах после входных задвижек, а также на паропроводах и сборных конденсатопроводах;

б) манометрами показывающими на подающем и обратном теплопроводах до и после входных задвижек, на паропроводах и конденсатопроводах, на каждом ответвлении от подающего распределительного коллектора после задвижек, а также на всасывающем и нагнетательном патрубках каждого насоса;

в) термометрами самопишущими на подающем и обратном теплопроводах, на паропроводах и общих сборных конденсатопроводах;

[1] См. сноску на стр. 186.

г) термометрами показывающими на подающих и обратных теплопроводах, на паропроводах и конденсатопроводах, а также на всех обратных трубопроводах перед сборным обратным коллектором;

д) тепломерами (при их отсутствии расходомерами) суммирующими на подающем и обратном теплопроводах, паропроводах и общем конденсатопроводе.

Вопросы автоматизации узлов присоединения освещаются в объеме, необходимом только для принятия принципиальных решений по основным схемам.

Автоматизация тепловых пунктов водяных тепловых сетей в основном предназначается для обеспечения заданных тепловых и гидравлических режимов. Ее задачами являются:

а) автоматическое поддержание постоянного расхода воды на тепловом вводе;

б) автоматическое поддержание давления в обратной линии отопительной системы;

в) автоматическое поддержание температуры горячей воды, поступающей в местные системы горячего водоснабжения;

г) автоматическое включение и выключение насосов;

д) автоматическая защита от недопустимых давлений.

Схемы регулирования расхода основываются на поддержании неизменного перепада давлений на постоянном сопротивлении (дроссель, сопло элеватора, водоподогреватель, местная система и т. п.).

Схема регулирования температуры нагреваемой воды в системе горячего водоснабжения основывается на изменении расхода первичного теплоносителя.

В тепловых пунктах в основном применяются гидравлические авторегуляторы прямого действия, главным образом регуляторы ОРГРЭС следующих конструкций[1]:

а) регуляторы РР, РД и ТРБ, внедряемые в тепловых сетях Мосэнерго (закрытая система теплоснабжения). Регуляторы РР применяются для регулирования расхода сетевой воды систем отопления и в качестве исполнительного органа регулятора температуры ТРБ после подогревателей горячего водоснабжения. Регуляторы РД применяются для регулирования давления (регуляторы подпора);

б) регуляторы с грузом и регуляторы ТРЖ, внедряемые в тепловых сетях Ленэнерго (открытая система теплоснабжения). Регуляторы с грузом виброустойчивого типа применяются для регулирования расхода или давления «до себя» и «после себя». Регуляторы ТРЖ в блочной конструкции с регулирующим клапаном РКС применяются для регулирования температуры;

в) унифицированные регуляторы, рассчитанные на решение задач не только регулирования, но и автоматической защиты (выпускаются серийно заводом «Теплоприбор», г. Улан-Удэ). Унифицированные регуляторы состоят из регулирующих приборов РД-3а и ТРД и регулирующих клапанов УРРД, РК, РКС и др. Терморегулирующий прибор ТРД в закрытых системах комплектуется исполнительными клапанами, которыми могут быть УРРД, РК-I, РК-II и другие соответствующего диаметра. Универсальный клапан УРРД является регулятором прямого действия для регулирования расхода и давления (заменяет РР и РД). При необходимости автоматической защиты от избыточного давления путем отсечки ввода от тепловой сети клапаны УРРД дополняются блокировочным реле.

[1] См. сноску на стр. 186.

Глава 24. РАСЧЕТ И ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ТЕПЛОВЫХ ВВОДОВ[1]

Основным оборудованием тепловых вводов являются элеваторы, подогреватели, грязевики, насосы и водомеры.

24.1. Элеваторы

Наиболее широкое распространение получили стальные элеваторы типа ВТИ Мосэнерго[2].

Диаметр, мм, сопла элеватора рассчитывают по формуле

$$d_с = \frac{10\,d_г}{\sqrt{\frac{0{,}78}{G_{пр}^2}(1+q)^2 d_г^4 + 0{,}6\,(1+q)^2 - 0{,}4\,q^2}}, \quad (24.1)$$

где $d_г$ — диаметр горловины элеватора, см;

q — расчетный коэффициент смешения элеватора;

$G_{пр}$ — приведенный расход смешанной воды, т/ч.

Диаметр, см, горловины элеватора определяют по формуле

$$d_г = 0{,}874\sqrt{G_{пр}}. \quad (24.2)$$

Коэффициент смешения элеватора

$$q = \frac{T_1 - t_1}{t_1 - t_2}\,1{,}15, \quad (24.3)$$

где T_1 — температура горячей воды в тепловой сети, °С;

t_1 и t_2 — температура соответственно горячей и обратной воды в местной системе отопления, °С;

1,15 — коэффициент запаса.

Приведенный расход, т/ч, смешанной воды

$$G_{пр} = \frac{G_{см}}{\sqrt{H_2}} = \frac{Q_о}{\sqrt{H_2}(t_1 - t_2)\,c \cdot 1000}, \quad (24.4)$$

где $Q_о$ — расход тепла в местной системе отопления, ккал/ч;

H_2 — гидравлическое сопротивление местной системы отопления, м вод. ст.;

c — теплоемкость воды, принимаемая равной 1 ккал/(л·°С), для упрощения расчетов в дальнейшем опускается.

При заданной разности давлений перед элеватором диаметр, см, сопла определяют по формуле

$$d_с = \sqrt[4]{\frac{0{,}64\,G_т^2}{H_1}}, \quad (24.5)$$

где $G_т$ — расход эжектирующей воды из теплофикационной сети, т/ч;

H_1 — разность давлений перед элеватором, м вод. ст.

Расход эжектирующей воды, т/ч

$$G_т = \frac{Q_о}{(T_1 - T_2)\,1000}, \quad (24.6)$$

где T_2 — температура обратной воды в тепловой сети.

[1] Оборудование тепловых вводов см. в приложении XV.

[2] См. приложение XVI.

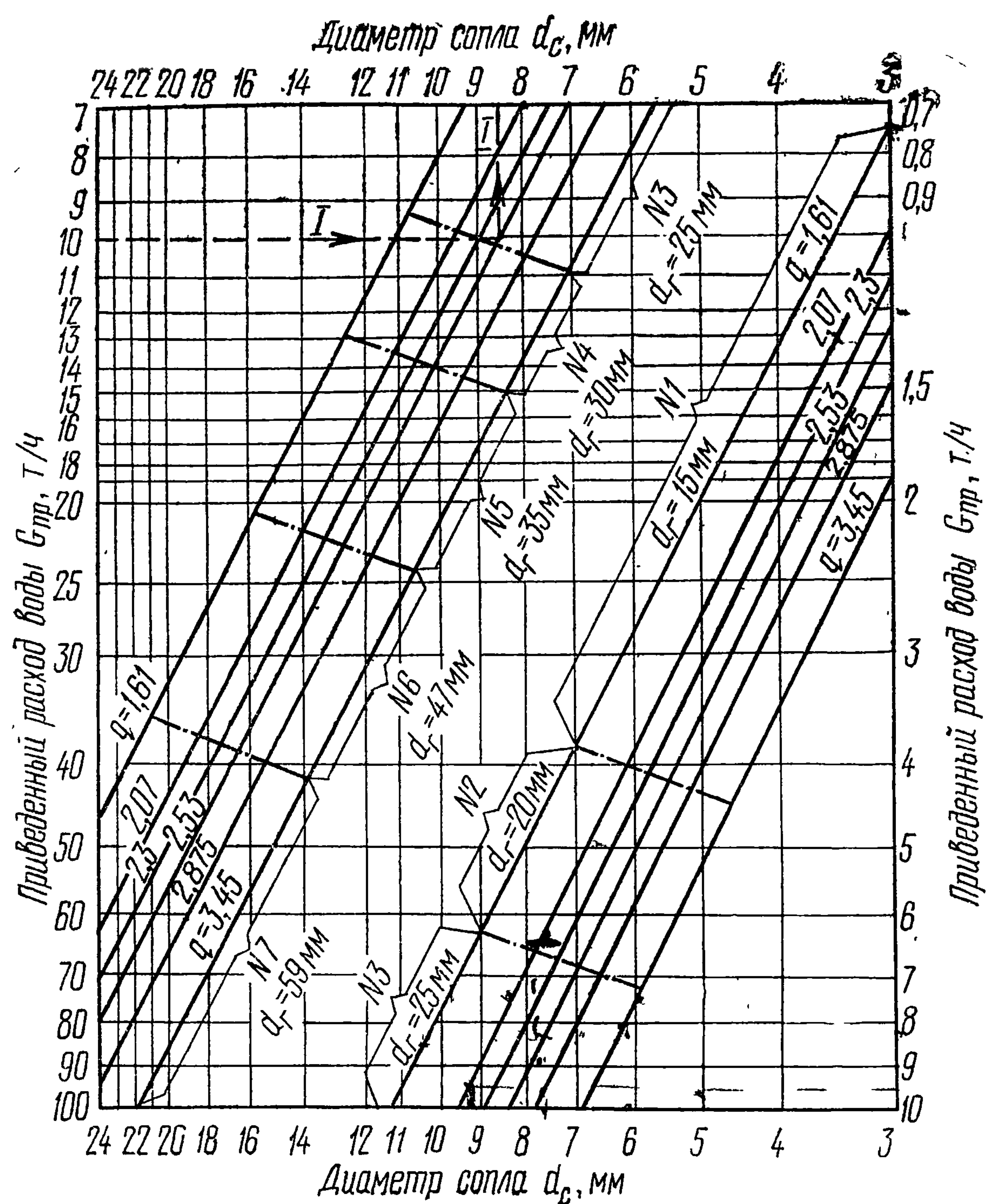


Рис. 24.1. Номограмма для подбора элеватора (№ 1 — № 7 — номера элеваторов)

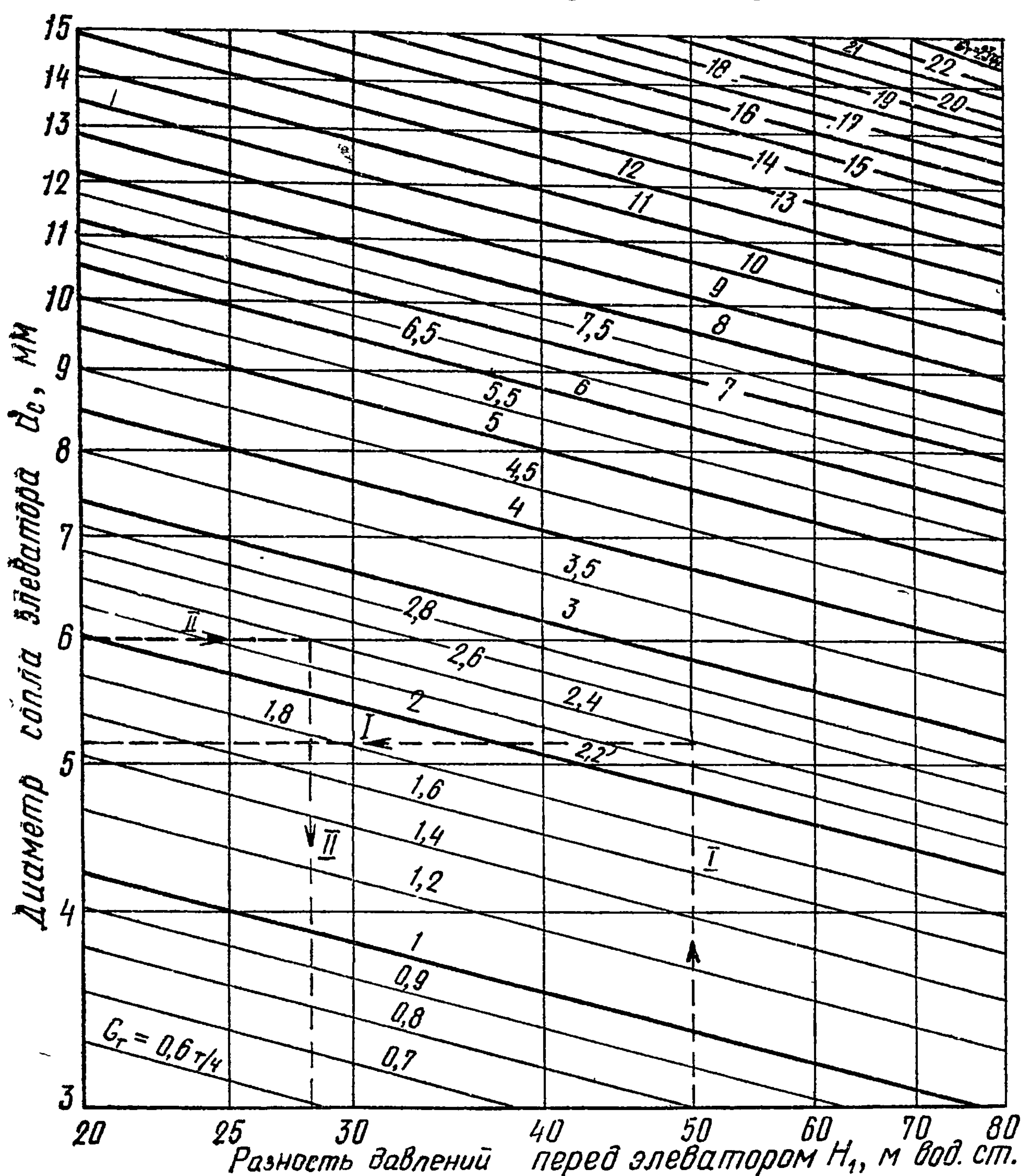


Рис. 24.2. Номограмма для определения диаметра сопла по разности давлений перед элеватором H_1 и расходу эжектирующей воды $G_т$

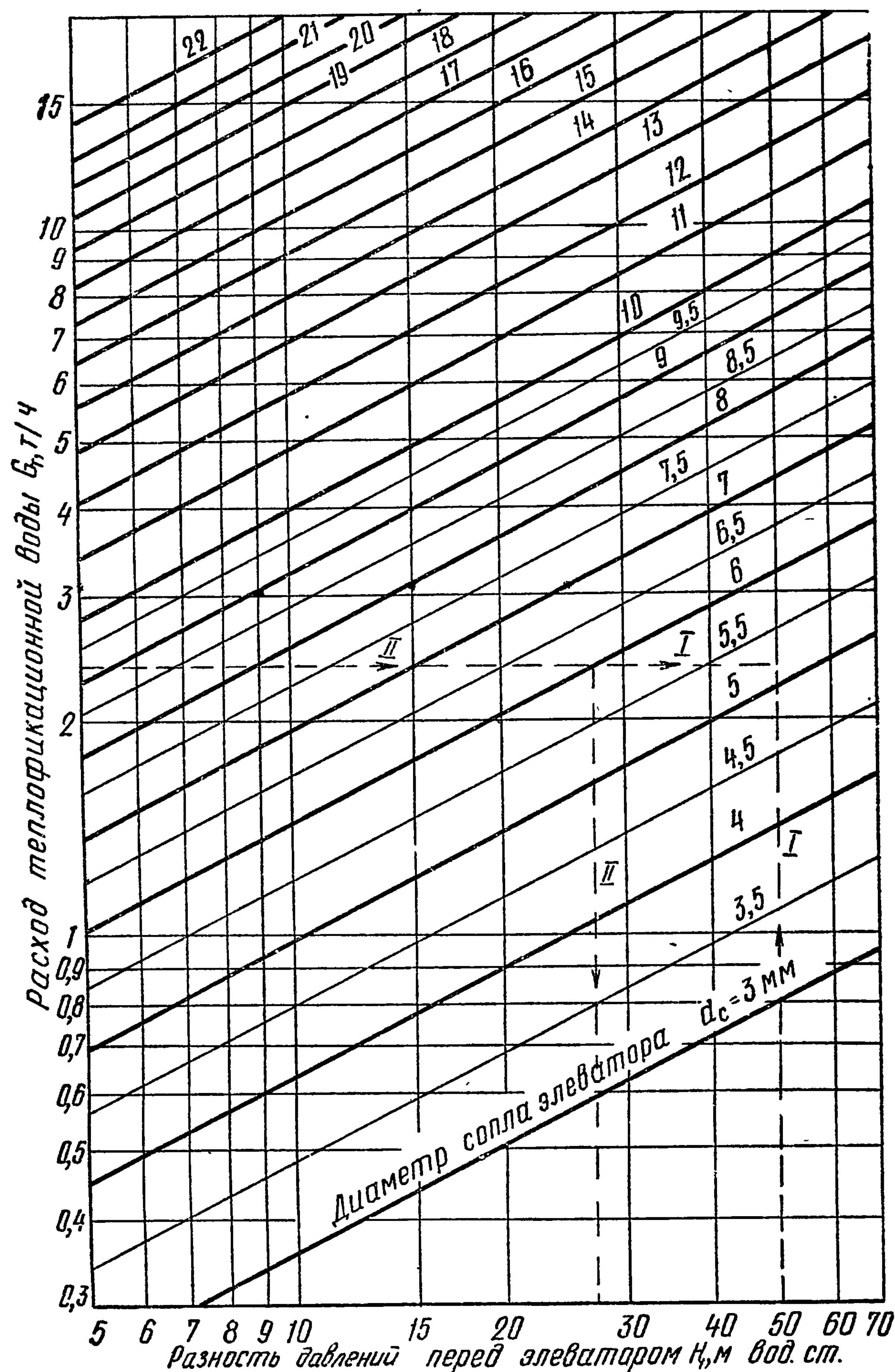


Рис. 24.3. Номограмма для определения давления перед элеватором

При заданных величинах $G_т$ и d_c разность давлений, м вод. ст., перед элеватором определяют по формуле

$$H_1 = \frac{0,64\, G_т^2}{d_c^4}, \qquad (24.7)$$

Подбор элеватора обычно производят по номограммам (рис. 24.1—24.3). Номограмму на рис. 24.3 используют при значениях H_1 до 20 м вод. ст.

Пример 24.1. Определить номер элеватора и диаметр сопла, если дано количество смешанной воды, циркулирующей в местной системе отопления

$$G_{см} = \frac{Q_о}{(t_1 - t_2)\, 1000} = 10 \text{ т/ч},$$

гидравлическое сопротивление местной системы отопления H_2 = 1 м вод. ст., температура горячей и обратной воды соответственно в местной системе отопления t_1=95° С и t_2=70° С, в тепловой сети T_1=150° С и T_2=70° С.

Решение. Коэффициент смешения элеватора по формуле (24.3)

$$q = \frac{150 - 95}{95 - 70}\, 1,15 = 2,53.$$

Приведенный расход воды по формуле (24.4)

$$G_{\text{пр}} = \frac{10}{\sqrt{1}} = 10 \text{ т/ч.}$$

По номограмме на рис. 24.1. для $G_{\text{пр}}=10$ т/ч и $q=2{,}53$ находим элеватор № 3 и $d_{\text{с}}=8{,}5$ мм.

Ход решения показан на номограмме пунктирной линией *I*.

Пример 24.2. Определить диаметр сопла элеватора по разности давлений $H_1=50$ м вод. ст. при расходе эжектирующей воды из теплофикационной сети $G_{\text{т}}=2{,}4$ т/ч.

Решение. По номограмме на рис. 24.2 или 24.3 находим диаметр сопла $d_{\text{с}}=5{,}2$ мм. Ход решения показан на номограмме пунктирной линией *I*.

Пример 24.3. Определить необходимую разность давлений перед элеватором при $d_{\text{с}}=6$ мм и $G_{\text{т}}=2{,}4$ т/ч.

Решение. По номограмме на рис. 24.2 или 24.3 находим $H_1=28$ м вод. ст. Ход решения показан на номограмме пунктирной линией *II*.

24.2. Скоростные водоводяные подогреватели[1]

Для тепловых вводов, как правило, применяют скоростные водоводяные подогреватели с плотным трубным пучком и малой площадью межтрубного пространства. В настоящее время подогреватели изготовляют по отраслевым нормалям МВН 2052-62 Мосэнерго. Подогреватели выпускаются с длиной секций 2 и 4 м. Корпус стальной, трубки латунные диаметром 16/14 мм (см. приложение XV).

[1] Расчет емкостных подогревателей приведен в разделе IV «Горячее водоснабжение».

А. ПОДОГРЕВАТЕЛИ, ВКЛЮЧАЕМЫЕ В ТЕПЛОВУЮ СЕТЬ ПО ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ СХЕМЕ

Тепловой расчет. Исходные данные:

расчетный расход тепла Q, ккал/ч;

температура греющей воды на входе в подогреватель T_1, °С;

то же, на выходе из подогревателя T_2, °С;

температура нагреваемой (местной) воды на выходе из подогревателя t_1, °С;

то же, на входе в подогреватель t_2, °С;

внутренний диаметр корпуса подогревателя $D_{\text{в}}$, м;

наружный и внутренний диаметры трубок $d_{\text{н}}$ и $d_{\text{в}}$, м;

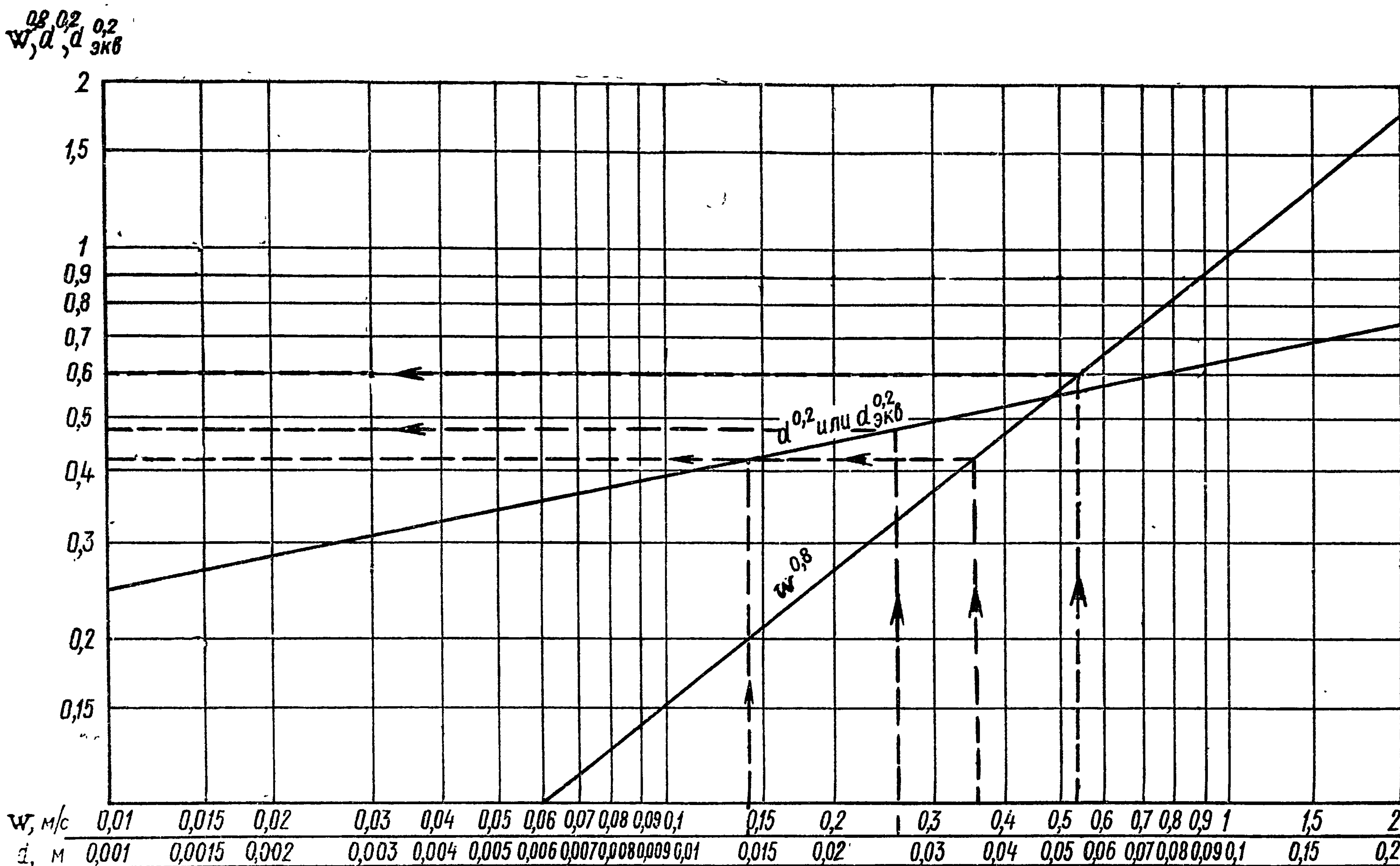
число трубок в живом сечении подогревателя z;

площадь, м², живого сечения трубок $f_{\text{тр}}=0{,}785\, d_{\text{в}}^2 z$;

площадь, м², сечения межтрубного пространства $f_{\text{м.т}}=0{,}785(D_{\text{в}}^2 - z d_{\text{н}}^2)$;

эквивалентный диаметр, м, межтрубного пространства

$$d_{\text{экв}} = \frac{D_{\text{в}}^2 - z d_{\text{н}}^2}{D_{\text{в}} + z d_{\text{н}}};$$



t	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
A	1489	1576	1666	1746	1828	1908	1987	2066	2139	2212	2284	2354	2422	2488	2553

t	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
A	2616	2687	2736	2794	2850	2902	2956	3007	3056	3103	3148	3192	3234	3274	3312

Рис. 24.4. Номограмма для определения вспомогательных величин при вычислении коэффициента теплопередачи K

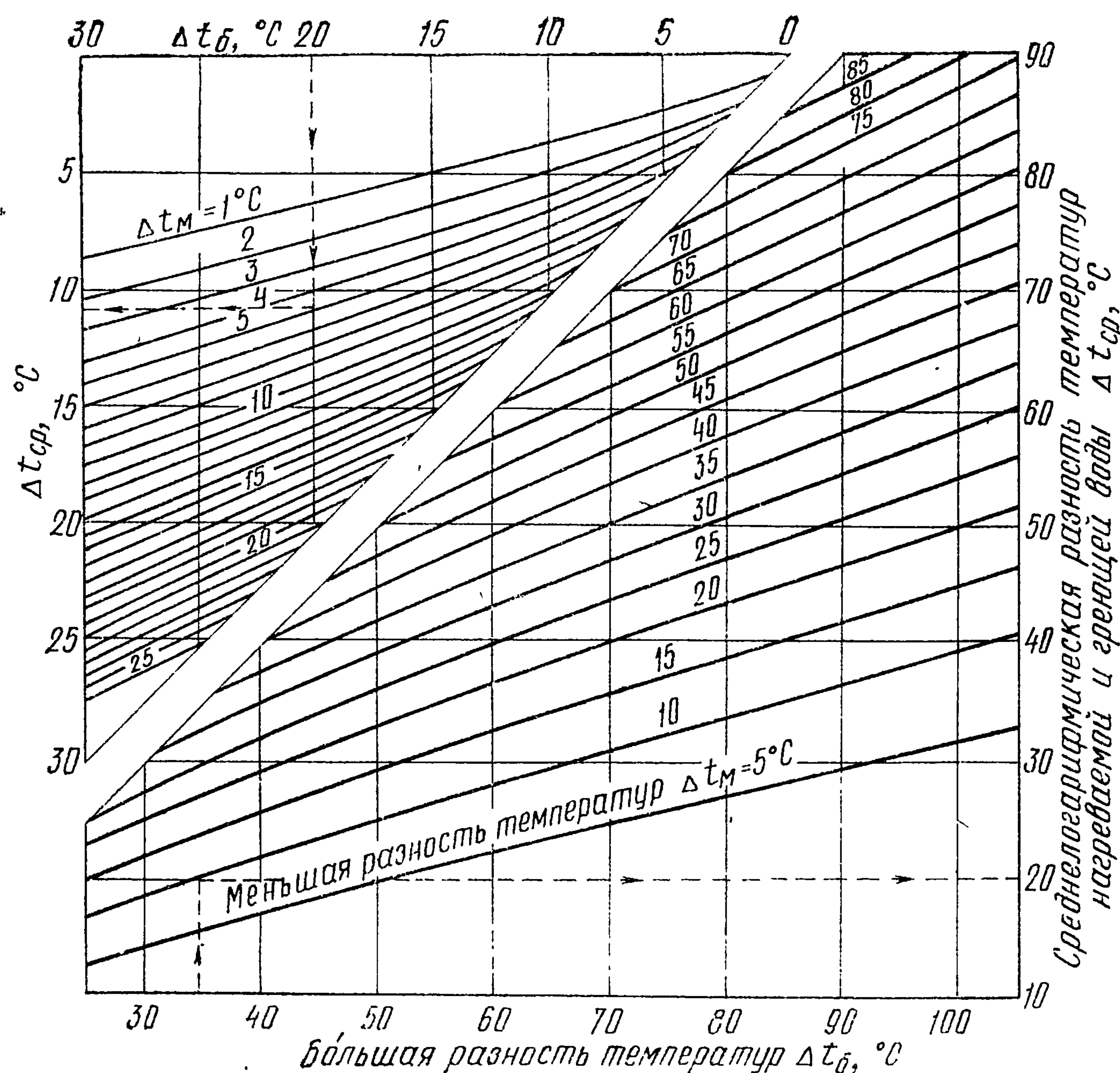


Рис. 24.5. Номограмма для определения среднелогарифмической разности температур $\Delta t_{ср}$

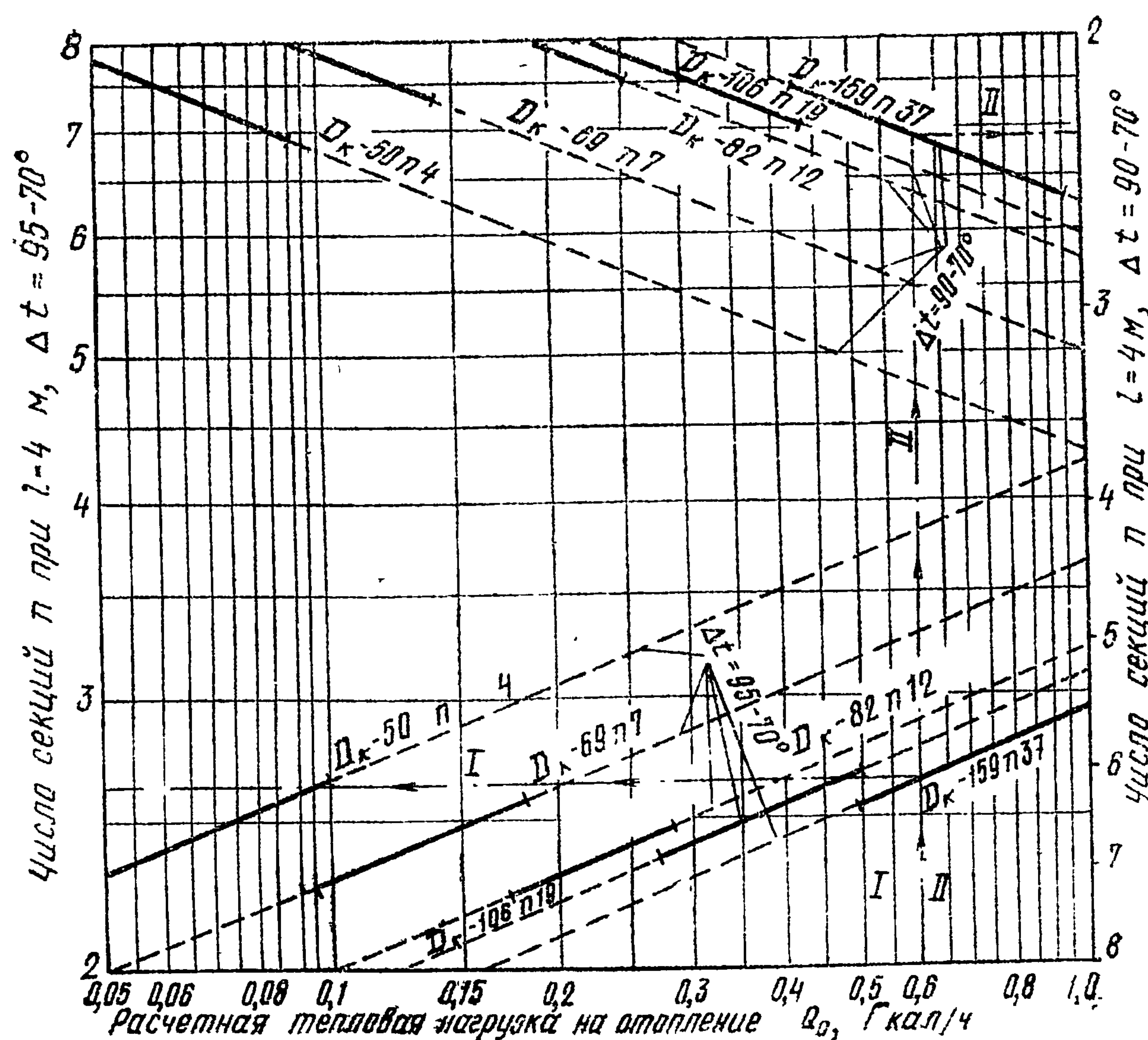


Рис. 24.6. Номограмма для подбора отопительных водоводяных подогревателей при Δt=150—80° С (греющая вода проходит по трубкам)

$D_к$ — внутренний диаметр корпуса; n — число трубок подогревателя диаметром 16/14 мм

нагреваемая вода проходит по трубкам, греющая — в межтрубном пространстве.

Порядок расчета:

1) расход, т/ч, греющей воды

$$G_т = \frac{Q}{(T_1 - T_2)\,1000};$$

2) расход, т/ч, нагреваемой воды

$$G_м = \frac{Q}{(t_1 - t_2)\,1000};$$

3) задавшись ориентировочно типом и номером подогревателя с диаметром корпуса $D_в$, находят:

скорость, м/с, греющей воды в межтрубном пространстве

$$w_{мт} = \frac{G_т}{3600\, f_{мт}};$$

скорость, м/с, нагреваемой воды в трубках

$$w_{тр} = \frac{G_м}{3600\, f_{тр}};$$

4) средняя температура, °С, греющей воды $T = 0{,}5(T_1 + T_2)$;

5) средняя температура, °С, нагреваемой воды $t = 0{,}5(t_1 + t_2)$;

6) коэффициент теплоперехода, ккал/(м²·ч·°С), от греющей воды, проходящей в межтрубном пространстве, к стенкам трубок

$$\alpha_2 = (1400 + 18\,T - 0{,}035\,T^2)\,\frac{w_{мт}^{0,8}}{d_{экв}^{0,2}};$$

7) коэффициент теплоперехода, ккал/(м²·ч·°С), от стенок трубок к нагреваемой воде, проходящей по трубкам:

$$\alpha_1 = (1400 + 18\,t - 0{,}035\,t^2)\,\frac{w_{тр}^{0,8}}{d_в^{0,2}};$$

вспомогательные величины принимают по номограмме на рис. 24.4;

8) коэффициент теплопередачи, ккал/(м²·ч·°С):

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \frac{\delta_{ст}}{\lambda_{ст}}};$$

при латунных трубках диаметром 16/14 мм значение $\delta_{ст}/\lambda_{ст} = 0{,}000011$;

9) среднелогарифмическая разность температур, °С, в подогревателе

$$\Delta t_{ср} = \frac{(T_1 - t_1) - (T_2 - t_2)}{2{,}3\lg\frac{T_1 - t_1}{T_2 - t_2}};$$

значение $\Delta t_{ср}$ находят по номограмме на рис. 24.5;

10) площадь, м², поверхности нагрева подогревателя

$$F = \frac{Q}{\mu K \Delta t_{ср}},$$

где μ — коэффициент, учитывающий накипь и загрязнение трубок (табл. 24.1);

активная длина, м, секций подогревателя

$$l = \frac{0,318F}{d_{ср} z},$$

где $d_{ср} = 0,5(d_н - d_в)$;

число секций подогревателя при длине секций $= l/4$.

Гидравлический расчет. Потери давления в подогревателях, слагающиеся из потерь на трение и потерь

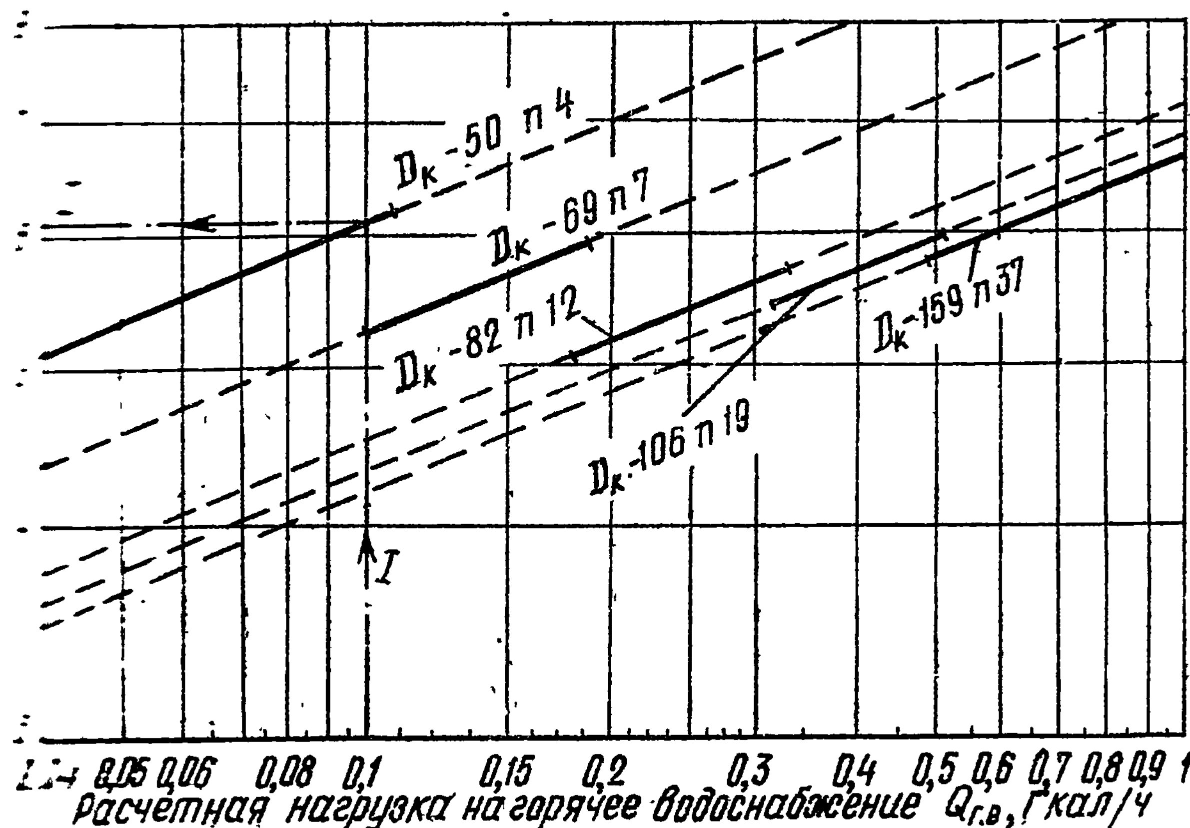


Рис. 24.7. Номограмма для подбора водоводяных подогревателей горячего водоснабжения, включаемых по параллельной схема ($\Delta t = 70—30°$ С для греющей воды и $\Delta t = 60—5°$ С для нагреваемой воды, которая проходит по трубкам)

ТАБЛИЦА 24.1

КОЭФФИЦИЕНТ μ, УЧИТЫВАЮЩИЙ НАКИПЬ И ЗАГРЯЗНЕНИЕ ТРУБОК ПОДОГРЕВАТЕЛЯ

Характеристика поверхности теплообмена	μ
Чистые латунные трубки	1
Стальные трубки, зачищенные до блеска	1
Латунные трубки, работающие при условии прямоточного водоснабжения на чистой воде	0,8—0,85
То же, при условии оборотного водоснабжения или на химически очищенной воде	0,75—0,8
То же, на загрязненной воде при возможном образовании минеральных и органических отложений	0,65—0,75
Стальные трубки, покрытые тонким слоем окислов или накипи	0,67—0,7

в местных сопротивлениях, определяются по формуле, кгс/м²:

$$\Delta p = \frac{\lambda l}{d} \cdot \frac{w^2}{2g} \gamma + \Sigma\zeta \frac{w^2}{2g} \gamma,$$

где λ — коэффициент трения (0,03);
l — длина пути воды, м;
w — скорость движения воды, м/с;
γ — удельный вес воды, кгс/м³;
d — внутренний или эквивалентный диаметр, м;
g — ускорение свободного падения, м/с²;
$\Sigma\zeta$ — сумма коэффициентов местных сопротивлений.

Потери давления, кгс/м², на одну секцию длиной 4 м определяют по формулам:

а) в трубках

$$\Delta p_{тр} = 530 w_{тр}^2;$$

б) в межтрубном пространстве

$$\Delta p_{мт} = 1100 w_{мт}^2,$$

где $w_{тр}$ и $w_{мт}$ — скорость движения воды соответственно в трубках и межтрубном пространстве.

Расчет подогревателей, включаемых в тепловую сеть по параллельной схеме, можно производить также по номограммам, приведенным на рис. 24.6 и 24.7.

Б. ПОДОГРЕВАТЕЛИ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ, ВКЛЮЧАЕМЫЕ ПО ДВУХСТУПЕНЧАТОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ СХЕМЕ[1]

Расчет. Исходные данные:

расчетная наружная температура для отопления $t'_н$, °С;

расчетный расход тепла на нужды отопления $Q_о$, ккал/ч, при $t'_н$;

максимальный расход тепла на нужды горячего водоснабжения $Q_{г.в}^{макс}$, ккал/ч;

расчетная наружная температура, соответствующая точке «излома» температурного графика, $t_н$, °С;

температура сетевой воды в подающей линии ввода T_1, °С, при $t_н$;

то же, в обратной линии ввода при нормальном температурном (отопительном) графике T_2, °С;

температура нагреваемой (местной) воды на выходе из подогревателя II ступени t_1, °С;

то же, на входе в подогреватель I ступени t_2, °С;

температура воды (горячей и обратной) $t_1^о$ и $t_2^о$ в системе отопления при $t_н$ и нормальном температурном (отопительном) графике;

коэффициент часовой неравномерности нагрузки горячего водоснабжения $k_ч$;

расчетная температура внутри помещений $t_в$, °С.

Порядок расчета:

1) балансовый расход тепла, ккал/ч, на нужды горячего водоснабжения при обычном графике суточного потребления горячей воды в жилых зданиях и небольших колебаниях сетевой воды (±10%), когда обеспечивается нормальный суточный отпуск тепла на нужды отопления:

$$Q_{г.б} = 1,2 \frac{Q_{г.в}^{макс}}{k_ч};$$

при установке аккумулятора

$$Q_{г.б} = \frac{Q_{г.в}^{макс}}{k_ч};$$

[1] Расчет приводится в сокращенном виде для нормального (отопительного) температурного графика и зависимой схемы присоединения отопительной системы с элеваторным или насосным смешением (подробный расчет см. в Инструкции ЭИ-57/24. «Методика расчета абонентских вводов с последовательной двухступенчатой схемой горячего водоснабжения». Изд. Дома энергетики Мосэнерго, 1961).

2) дополнительный расход, т/ч, сетевой воды на абонентский ввод

$$G_{г.б}=\frac{Q_{г.б}(t_1-t_{п.б})}{\left(T_1-t_2^{о}\right)(t_1-t_2)\,1000},$$

где $t_{п.б}$ — температура местной воды после подогревателя I ступени при $Q_{г.б}$, принимаемая на 5—8° ниже $t_2^{о}$;

3) расчетный (балансовый) расход, т/ч, сетевой воды на абонентский ввод

$$G_б=G_о+G_{г.б},$$

где $G_о$ — расчетный расход сетевой воды на отопление;

4) максимальный расход, т/ч, сетевой воды на абонентский ввод

$$G_{макс}=\psi G_б=1,1\,G_б$$

(при установке регулятора прямого действия $\psi=1,1$);

5) расход, т/ч, нагреваемой (местной) воды

$$G_м=\frac{Q_{г.в}^{макс}}{(t_1-t_2)\,1000};$$

6) производительность, ккал/ч, подогревателя I ступени при балансовой нагрузке горячего водоснабжения $Q_{г.б}$ и $t_н$

$$Q_{I\,б}=Q_{г.б}\frac{t_{п.б}-t_2}{t_1-t_2};$$

7) температура, °С, сетевой воды в обратной линии ввода при $Q_{г.б}$ и $t_н$

$$T_{2б}=t_2^{о}-\frac{Q_{Iб}}{G_б};$$

8) среднелогарифмическая разность температур, °С, в подогревателе I ступени при $Q_{г.б}$ и $t_н$

$$\Delta t_{ср\,I\,б}=\frac{(T_{2б}-t_2)-\left(t_2^{о}-t_{п.б}\right)}{2,3\lg\dfrac{T_{2б}-t_2}{t_2^{о}-t_{п.б}}}.$$

Значения $\Delta t_{срIб}$ находят по номограмме на рис. 24.5;

9) суммарный перепад температур, °С, сетевой воды в подогревателях I и II ступени при $Q_{г.в}^{макс}$ и $t_н$

$$\Delta T_г=\frac{Q_{г.в}^{макс}}{G_{макс}};$$

10) коэффициент смешения элеватора или насосно-смесительной установки

$$q'=\frac{1+q}{\varphi_б}-1,$$

где q — расчетный коэффициент смешения, определяемый по формуле (24.3);

$\varphi_б=G_б/G_о$;

11) безразмерная характеристика отопительной системы при $t_н$

$$\varepsilon_о=\frac{1}{\dfrac{0,5+q'}{1+q'}+\dfrac{\varphi_м\,(t_{пр}-t_в)}{T_1-t_2^{о}}}\leqslant 1,$$

где $\varphi_м=G_{макс}/G_о$, $t_{пр}=0,5(t_2^{о}+t_1^{о})$;

если будет получено $\varepsilon_о>1$, следует принимать $\varepsilon_о=1$;

12) безразмерная характеристика подогревателя I ступени:

а) при $\Delta T_г<t_1-t_2$

$$\varepsilon_I=\frac{1}{0,35+\dfrac{0,65\,(t_1-t_2)}{\Delta T_г}+\dfrac{0,95\Delta t_{ср\,Iб}\,(t_1-t_2)}{\Delta T_г\,(t_{п.б}-t_2)}\sqrt{Q_{г.в}^{макс}}}\leqslant\frac{\Delta T_г}{t_1-t_2};$$

если будет получено $\varepsilon_I>\Delta T_г/(t_1-t_2)$, следует принимать $\varepsilon_I=\Delta T_г/(t_1-t_2)$;

б) при $\Delta T_г>t_1-t_2$

$$\varepsilon_I=\frac{1}{0,65+\dfrac{0,35\,(t_1-t_2)}{\Delta T_г}+\dfrac{0,95t_{ср\,Iб}(t_1-t_2)}{\Delta T_г\,(t_{п.б}-t_2)}\sqrt{\dfrac{Q_{г.в}^{макс}}{Q_{г.б}}}}\leqslant 1;$$

если будет получено $\varepsilon_I>1$, следует принимать $\varepsilon_I=1$;

13) температура, °С, воды после системы отопления при $Q_{г.в}^{макс}$ и $t_н$

$$t_{2м}^{о}=\frac{(T_I-\Delta T_г-\varepsilon_I\,t_2)(1-\varepsilon_о)+t_в\,\varepsilon_о}{1-\varepsilon_I\,(1-\varepsilon_о)};$$

14) производительность, ккал/ч, подогревателей I и II ступени при $Q_{г.в}^{макс}$

$$Q_I=Q_{г.в}^{макс}\frac{\left(t_{2м}^{о}-t_2\right)\varepsilon_I}{\Delta T_г};\quad Q_{II}=Q_{г.в}^{макс}-Q_I;$$

15) температура, °С, сетевой воды перед системой отопления при $Q_{г.в}^{макс}$ и $t_н$

$$T_{1м}^{о}=T_1-\frac{Q_{II}}{G_{макс}};$$

16) температура, °С, сетевой воды в обратной линии ввода при $Q_{г.в}^{макс}$ и $t_н$

$$T_{2м}=t_{2м}^{о}-\frac{Q_I}{G_{макс}};$$

17) температура, °С, местной воды после подогревателя I ступени при $Q_{г.в}^{макс}$ и $t_н$

$$t_{п.м}=t_2+\frac{Q_I}{G_м};$$

18) среднелогарифмическая разность температур, °С, в подогревателях I и II ступени при $Q_{г.в}^{макс}$ и $t_н$

$$\Delta t_{ср\,I}=\frac{(T_{2м}-t_2)-\left(t_{2м}^{о}-t_{п.м}\right)}{2,3\lg\dfrac{T_{2м}-t_2}{t_{2м}^{о}-t_{п.м}}};$$

$$\Delta t_{ср\,II}=\frac{\left(T_{1м}^{о}-t_{п.м}\right)-(T_1-t_1)}{2,3\lg\dfrac{T_{1м}^{о}-t_{п.м}}{T_1-t_1}};$$

значения $\Delta t_{\text{ср I}}$ и $\Delta t_{\text{ср II}}$ находят по номограмме на рис. 24.5.

Зная производительность подогревателей I и II ступени, значения температуры воды на входе и выходе из них и предварительно задавшись номером подогревателя, рассчитывают площадь их поверхности нагрева и число секций по обычным формулам. Подогреватели горячего водоснабжения при повышенном температурном графике рассчитывают аналогично. Температурная надбавка принимается в точке «излома» графика (см. рис. 21.1).

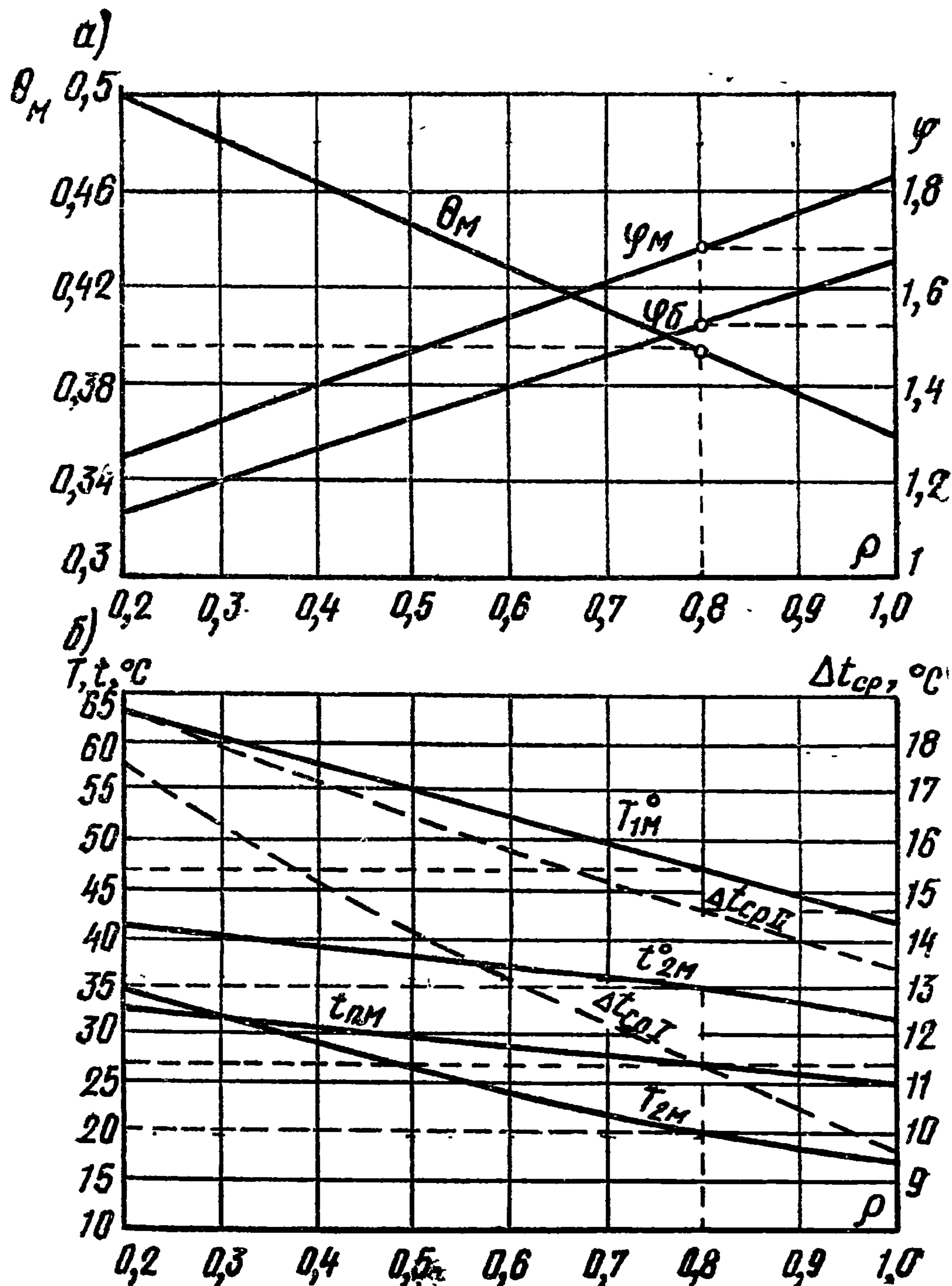


Рис. 24.8. Вспомогательные графики для расчета подогревателей, включаемых по двухступенчатой последовательной схеме при нормальном (отопительном) температурном графике ($t'_н$=—26° С)

а — относительные расходы сетевой воды $\varphi_б$ и $\varphi_м$ и производительность подогревателей I ступени $\theta_м$ в долях от общей производительности $Q_{г.в}$; *б* — температуры сетевой и местной воды и среднелогарифмические разности температур $\Delta t_{срI}$ и $\Delta t_{срII}$ подогревателей I и II ступени

На рис. 24.8 приведены вспомогательные графики для упрощенного расчета подогревателей, построенные по следующим исходным данным: максимальная температура теплоносителя 150° С; ΔT=150—70° С; $t_н$=2,5° С; T_1=70° С; t^0_1=50,5° С; t^0_2=41,7° С; $k_ч$=2,2; отопительные системы присоединены по зависимой схеме с элеваторным смешением.

Пример 24.4. Рассчитать подогреватели, включенные по двухступенчатой последовательной схеме, с использованием вспомогательных графиков.

Исходные данные: $t'_н$=—26° С; t_1=60° С; t_2=5° С: $Q_о$=0,75 Гкал/ч; $Q^{макс}_{г.в}$=0,6 Гкал/ч; ΔT=150—70° С

Решение. Отношение

$$\rho = \frac{Q^{макс}_{г.в}}{Q_о} = \frac{0,6}{0,75} = 0,8.$$

Расход сетевой воды на отопление

$$G_о = \frac{Q_о}{\Delta T \cdot 10^3} = \frac{0,75 \cdot 10^6}{80 \cdot 10^3} = 9,4 \text{ т/ч}.$$

Расход местной воды на горячее водоснабжение

$$G_м = \frac{Q^{макс}_{г.в}}{(t_1 - t_2)\,10^3} = \frac{0,6 \cdot 10^6}{(60-5)\,10^3} = 10,9 \text{ т/ч}.$$

По графику на рис. 24.8, *а* находим:

$$\varphi_б = \frac{G_б}{G_о} = 1,52;\quad \varphi_м = \frac{G_{макс}}{G_о} = 1,68;\quad \theta_м = 0,395.$$

Ход решения показан на графике пунктирными линиями.

Расчетный (балансовый) расход сетевой воды на абонентский ввод

$$G_б = G_о\,\varphi_б = 9,4 \cdot 1,52 \text{ т/ч} = 14,3 \text{ т/ч}.$$

Максимальный расход воды

$$G_{макс} = G_о\,\varphi_м = 9,4 \cdot 1,68 \text{ т/ч} = 15,8 \text{ т/ч}.$$

Производительность подогревателя I ступени

$$Q_I = 0,395 Q^{макс}_{г.в} = 0,395 \cdot 0,6 = 0,237 \text{ Гкал/ч}.$$

Производительность подогревателя II ступени

$$Q_{II} = Q^{макс}_{г.в} - 0,237 = 0,6 - 0,237 \text{ Гкал/ч} = 0,363 \text{ Гкал/ч}.$$

По графику на 24.8, *б* находим: температуру сетевой воды в подающей линии перед системой отопления $T^0_{1м}$=47° С; температуру воды после системы отопления $t^0_{2м}$=35° С; температуру воды в обратной линии ввода $T_{2м}$=20° С; температуру местной воды между подогревателями I и II ступени $t_{п.м}$=27° С.

По этому же графику определяем среднелогарифмическую разность температур в подогревателях I и II ступени:

$$\Delta t_{ср\,I} = 11,4°\text{ С};\quad \Delta t_{ср\,II} = 14,6°\text{ С}.$$

Средняя температура греющей воды в подогревателе I ступени

$$T_I = 0,5\left(t^0_{2м} + T_{2м}\right) = 0,5\,(35+20)°\text{ С} = 27,5°\text{ С}.$$

Средняя температура нагреваемой воды в подогревателе I ступени

$$t_I = 0,5\,(t_2 + t_{п.м}) = 0,5\,(5+27)°\text{ С} = 16°\text{ С}.$$

Марку подогревателя принимаем ориентировочно.

Нагрузке $Q^{макс}_{г.в}$=0,6 Гкал/ч и ρ=0,8 соответствует подогреватель по МВН 2052—62, у которого $f_{мт}$=0,0122 м², $f_{тр}$=0,0057 м², z=37.

Скорость греющей воды в межтрубном пространстве

$$w_{мт} = \frac{G_т}{3600 f_{мт}} = \frac{15,8}{3600 \cdot 0,0122} \text{ м/с} = 0,36 \text{ м/с}.$$

Скорость нагреваемой воды в трубках

$$w_{тр} = \frac{G_м}{3600 f_{тр}} = \frac{10,9}{3600 \cdot 0,0057} \text{ м/с} = 0,53 \text{ м/с}.$$

Коэффициент теплоперехода в подогревателе I ступени от греющей воды к стенкам трубок

$$\alpha_{I\,мт} = \left(1400 + 18T_I - 0,035T_I^2\right)\frac{w^{0,8}_{мт}}{d^{0,2}_{экв}} = (1400 +$$

$$+ 18 \cdot 27,5 - 0,035 \cdot 27,5^2)\,\frac{0,36^{0,8}}{0,0262^{0,2}} \text{ ккал/(м}^2\cdot\text{ч}\cdot°\text{С)} =$$

$$= 1868 \frac{0,42}{0,49} \text{ ккал/(м}^2\cdot\text{ч}\cdot{}^\circ\text{С)} = 1600 \text{ ккал/(м}^2\cdot\text{ч}\cdot{}^\circ\text{С)}$$

$$(d_{экв} = 2,62 \text{ мм}).$$

Величины $A = 1400 + 18\ T_I - 0,035\ T_I^2$, $w^{0,8}$ и $d^{0,2}$ определяют по номограмме на рис. 24.4.

Коэффициент теплоперехода в подогревателе I ступени от стенок трубок к нагреваемой воде

$$\alpha_{I\,тр} = \left(1400 + 18t_I - 0,035t_I^2\right) \frac{w_{тр}^{0,8}}{d_в^{0,2}} = (1400 +$$

$$+ 18\cdot16 - 0,035\cdot16^2) \frac{0,53^{0,8}}{0,014^{0,2}} \text{ ккал/(м}^2\cdot\text{ч}\cdot{}^\circ\text{С)} =$$

$$= 1682 \frac{0,60}{0,42} \text{ ккал/(м}^2\cdot\text{ч}\cdot{}^\circ\text{С)} = 2405 \text{ ккал/(м}^2\cdot\text{ч}\cdot{}^\circ\text{С)}.$$

Коэффициент теплопередачи подогревателя I ступени

$$K_I = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{I\,мт}} + \frac{1}{\alpha_{I\,тр}} + \frac{\delta_{ст}}{\lambda_{ст}}} =$$

$$= \frac{1}{\frac{1}{1600} + \frac{1}{2405} + 0,000011} \text{ ккал/(м}^2\cdot\text{ч}\cdot{}^\circ\text{С)} = 954 \text{ ккал/(м}^2\cdot\text{ч}\cdot{}^\circ\text{С)}.$$

Площадь поверхности нагрева подогревателя I ступени

$$F_I = \frac{Q_I}{\mu K_I\, \Delta t_{ср\,I}} = \frac{0,237\cdot10^6}{0,8\cdot954\cdot11,4} \text{ м}^2 = 27,2 \text{ м}^2.$$

Активная длина секций подогревателя I ступени

$$l_I = \frac{0,318 F_I}{d_{ср}\, z} = \frac{0,318\cdot27,2}{0,015\cdot37} \text{ м} = 15,6 \text{ ч}.$$

Число секций подогревателя I ступени при длине секций 4 м

$$n_I = \frac{l_I}{4} = \frac{15,6}{4} \approx 3,9.$$

Принимаем $n_I = 4$.

Аналогично определяем площадь поверхности нагрева и число секций подогревателя II ступени:

$$F_2 = 23,2 \text{м}^2; \quad l_2 = 13,3 \text{ м}, \quad n_{II} = 3,3.$$

Принимаем $n_{II} = 4$.

Подбор подогревателей горячего водоснабжения, включаемых по двухступенчатым (последовательной и смешанной) схемам, можно также производить по номограммам.

24.3. Скоростные пароводяные подогреватели

Тепловой расчет. Исходные данные:
расчетный расход тепла Q, ккал/ч;
давление насыщенного пара p, кгс/см^2;
температура насыщенного пара $T_н$, °С;
температура нагреваемой воды на выходе из подогревателя t_1, °С;
то же, на входе в подогреватель t_2, °С;
внутренний диаметр корпуса подогревателя $D_в$, м;
наружный и внутренний диаметры трубок $d_н$ и $d_в$, м;
число трубок в живом сечении одного хода по воде z;
площадь, м^2, живого сечения трубок $f_{тр} = 0,785\, d_в^2\, z$;
приведенное число трубок в вертикальном ряду m;
диаметры и число трубок принимают по расчетным таблицам подогревателей[1].

Порядок расчета:

1) расход, т/ч, нагреваемой воды

$$G_м = \frac{Q}{(t_1 - t_2)\, 1000};$$

2) скорость, м/с, нагреваемой воды в трубках

$$w_{тр} = \frac{G_м}{3600\, f_{тр}};$$

3) средняя температура, °С, нагреваемой воды $t = 0,5(t_1 - t_2)$;

4) средняя температура, °С, стенки $t_{ст} = 0,5(t + T_н)$;

5) средняя температура, °С, конденсата на поверхности трубок $\tau = 0,5(T_н + t_{ст})$;

6) коэффициент теплоперехода, ккал/(м$^2\cdot$ч$\cdot$°С), от пара к стенкам трубок, расположенных горизонтально;

$$\alpha_1 = \frac{0,77\,(5500 + 65\,\tau - 0,2\,\tau^2)}{\sqrt[4]{(T_н - t_{ст})\, m d_н}};$$

для подогревателей с вертикальными трубками

$$\alpha_1 = \frac{5500 + 65\,\tau - 0,2\,\tau^2}{\sqrt[4]{(T_н - t_{ст})\, h}},$$

где h — расчетная высота трубок подогревателя, м;

7) коэффициент теплоперехода, ккал/(м$^2\cdot$ч$\cdot$°С), от стенок трубок к нагреваемой воде

$$\alpha_2 = (1400 + 18\,t - 0,035\,t^2)\, \frac{w_{тр}^{0,8}}{d_в^{0,2}};$$

8) коэффициент теплопередачи, ккал/(м$^2\cdot$ч$\cdot$°С)

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \frac{\delta_{ст}}{\lambda_{ст}}},$$

где $\delta_{ст}$ — толщина стенки трубки, м;
$\lambda_{ст}$ — коэффициент теплопроводности для латуни, равный 90 ккал/(м$^2\cdot$ч$\cdot$°С) (при латунных трубках $\delta_{ст}/\lambda_{ст} = 0,000011$);

9) средняя логарифмическая разность температур, °С, в подогревателе

$$\Delta t_{ср} = \frac{(T_н - t_2) - (T_н - t_1)}{2,3 \lg \frac{T_н - t_2}{T_н - t_1}};$$

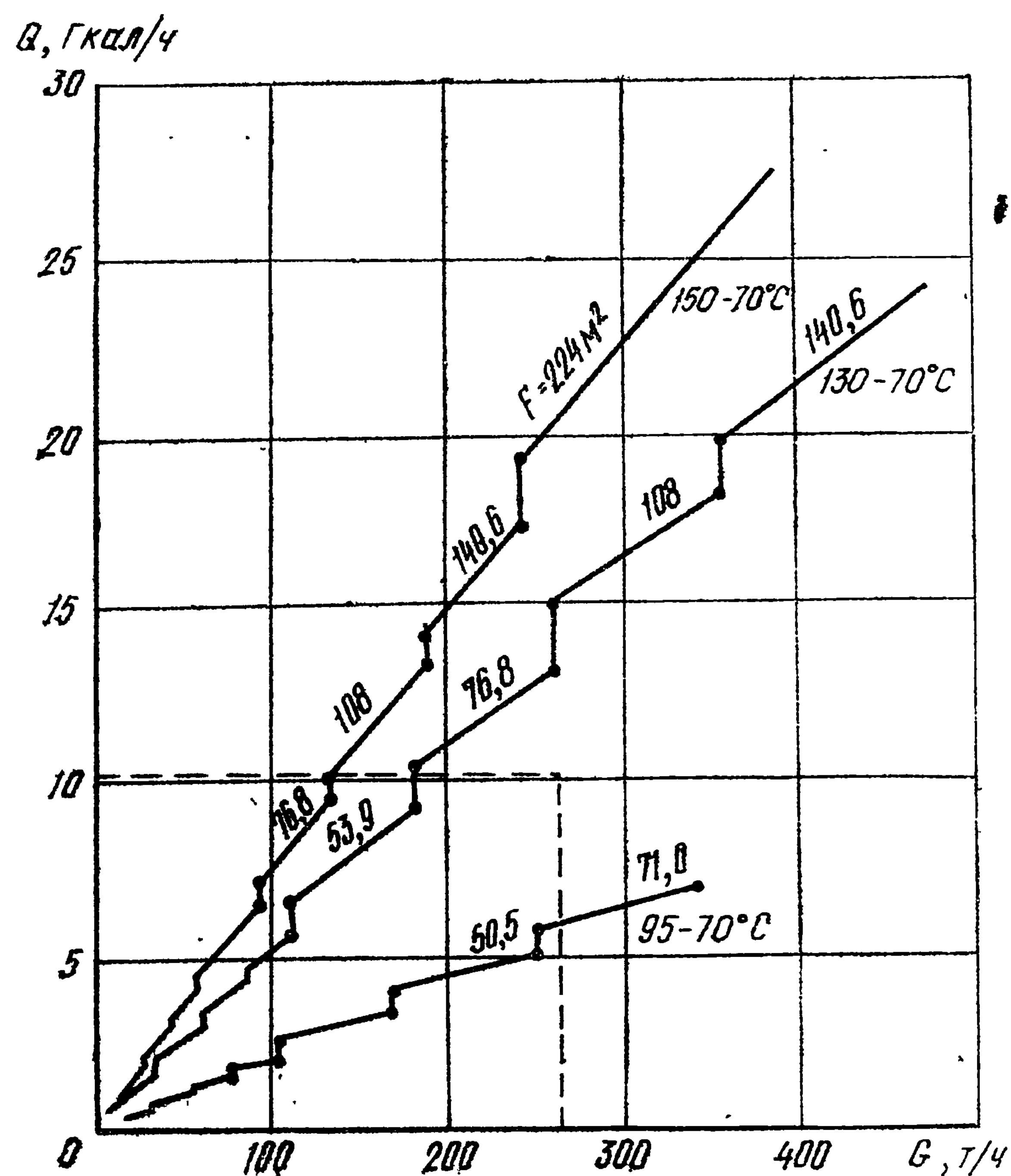
значения $\Delta t_{ср}$ находят по номограмме на рис. 24.5;

10) площадь, м^2, поверхности нагрева подогревателя

$$F = \frac{Q}{\mu K\, \Delta t_{ср}},$$

где μ — коэффициент, учитывающий накипь и загрязнение трубок (см. табл. 24.1).

[1] См. приложение XV.



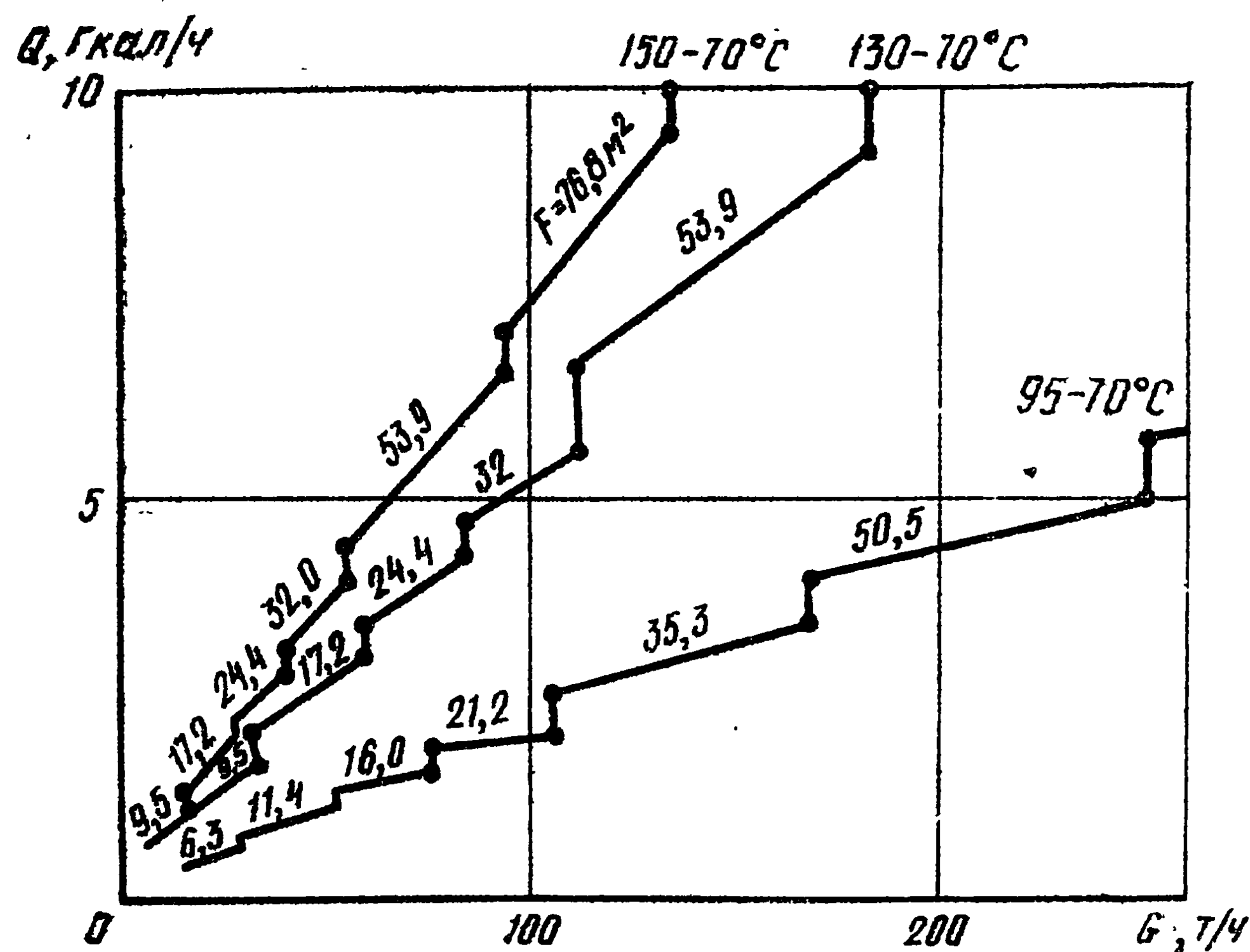


Рис. 24.9. Номограммы для определения площади F поверхности нагрева подогревателей

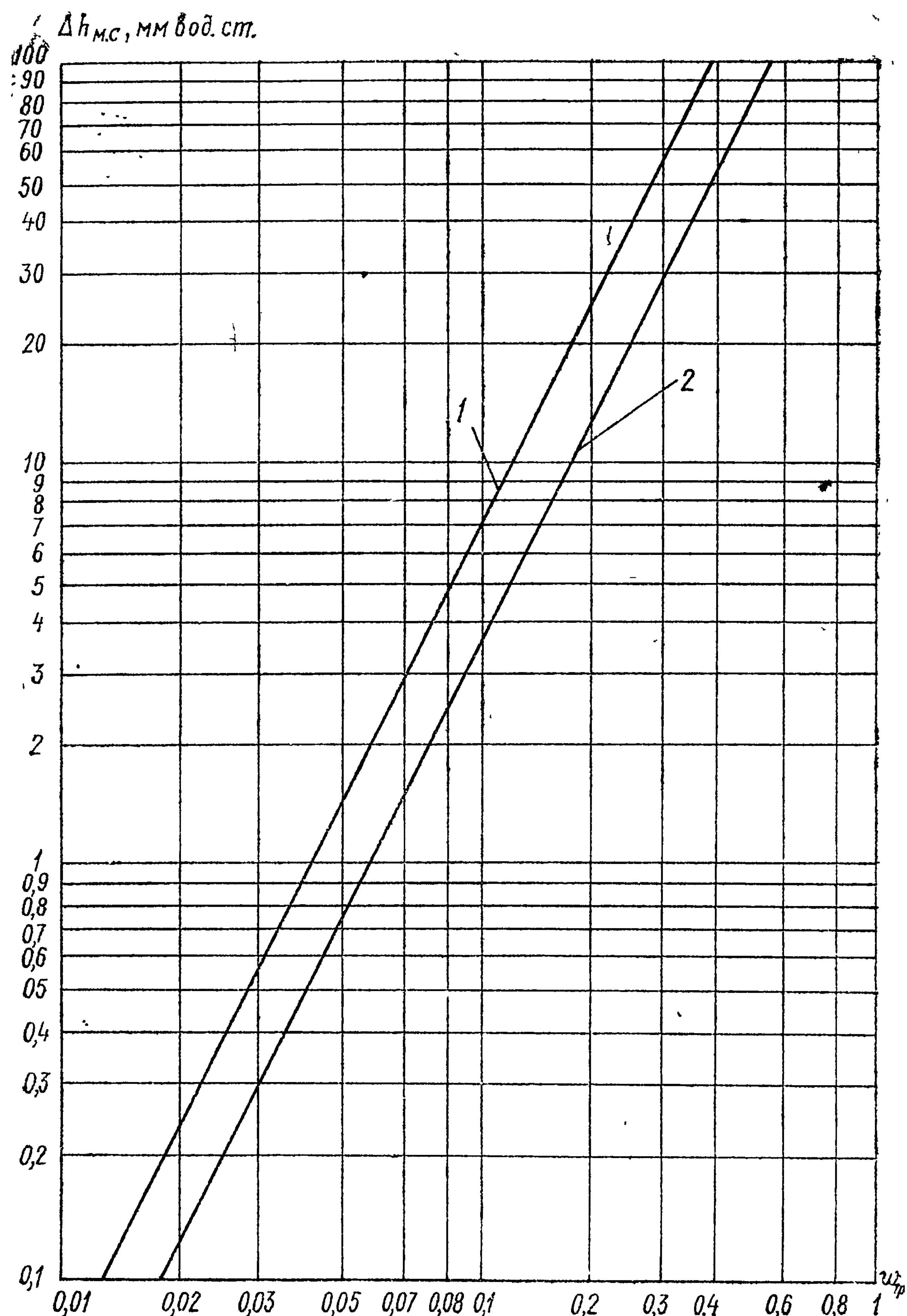


Рис. 24.10. Номограмма для определения потерь давления $\Delta h_{м.с}$ в местных сопротивлениях подогревателей

1 — пароводяного четырехходового; *2* — пароводяного двухходового и емкостного «Энергия»

Ориентировочный расчет пароводяных подогревателей для приготовления воды с наиболее распространенными параметрами может производиться также по графикам, приведенным в альбоме «Водоподогреватели», серия А6-51. Изд. Сантехпроект, 1970 (рис. 24.9).

Пример 24.5. Выбрать подогреватель теплопроизводительностью 5 Гкал/ч для теплоснабжения по температурному графику 150—70° С (см. рис. 24.9).

Решение. Из точки Q=5 Гкал/ч на оси ординат проводим горизонтальную линию до линии температурного графика 150—70° С. Точка их пересечения соответствует подогревателю с площадью поверхности нагрева 53,9 м².

Выбираем четырехходовой подогреватель с диаметром корпуса 630 мм, длиной секции 3 м, площадью поверхности нагрева 53,9 м².

Гидравлический расчет. Величину потерь давления на трение в трубках и в местных сопротивлениях определяют по формуле, мм вод. ст.:

$$\Delta h = Rlp + \Delta h_{м.с},$$

где R — удельные потери давления на трение, мм вод. ст./м;

l — длина секции, м;

p — число ходов;

$\Delta h_{м.с}$ — потери давления в местных сопротивлениях.

Величину Rl определяют обычным путем, а величину $\Delta h_{м.с}$ — по номограмме на рис. 24.10.

Раздел VI. ВОДОПРОВОД

Глава 25. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

25.1. Основы проектирования внутренних систем водопровода

Внутренний водопровод проектируется для подачи воды непосредственно потребителю.

Система внутреннего водопровода включает: вводы, водомерные узлы, стояки, магистральную и разводящую сети с подводками к санитарным приборам или технологическим установкам, водоразборную, запорную и регулирующую арматуру. В зависимости от назначения здания, местных условий и технологии производства в систему внутреннего водопровода могут входить насосные установки и водопроводные баки, резервуары и другие сооружения, расположенные как внутри здания, так и около него.

Внутренние системы водопровода устраивают с целью обеспечения водой хозяйственно-питьевых, противопожарных и производственно-гигиенических нужд для производственных, вспомогательных, жилых и общественных зданий, оборудуемых соответствующими системами канализации.

В производственных и вспомогательных зданиях хозяйственно-питьевой водопровод не обязателен в том случае, если отсутствует централизованный водопровод, а количество работающих на предприятии не превышает 25 человек в смену.

В проектах должны предусматриваться наиболее рациональное использование воды, а также экономичные и надежные в действии внутренние системы водопровода, учитывающие все местные условия и особенности проектируемого здания, возможность применения индустриального метода заготовки узлов систем водопровода и поточно-скоростного производства монтажных работ, удобство и экономичность эксплуатации систем, широкое использование оборудования и деталей, изготовляемых промышленностью, увязка с архитектурно-строительной, технологической и другими частями проекта.

25.2. Источники и качество воды

Вода, подаваемая для хозяйственно-питьевых нужд потребителей производственных, вспомогательных, жилых и общественных зданий, по качеству должна удовлетворять следующим требованиям ГОСТ 2874—73 «Вода питьевая»:

Бактериологические показатели

Общее количество бактерий на 1 мл неразбавленной воды (не более) 100
Количество бактерий группы кишечной палочки:
определяемый по плотной элективной среде с применением концентраций бактерий на мембранных фильтрах в 1 л воды (коли-индекс) (не более) . . 3
при использовании жидких сред накопления (коли-титр) (не менее) 300

Показатели токсических химических веществ воды

Бериллий (Be^{2+}), мг/л 0,0002
Молибден (Mo^{2+}) » 0,5
Мышьяк ($As^{3+;\ 5+}$) » 0,05
Нитраты (по N) » 10
Полиакриламид » 2
Свинец (Pb^{2+}) » 0,1
Селен (Se^{6+}) » 0,001
Стронций (Sr^{2+}) » 2,0
Фтор, мг/л:
для I и II климатических районов 1,5
» III климатического района 1,2
» IV » » 0,7
Уран (U) природный и уран-238, мг/л 1,7
Радий-226 (Ra), Кu/л . . . . . $1,2\cdot10^{-10}$
Стронций-90 (Sr), Кu/л . . . . . $4\cdot10^{-10}$

Органолептические показатели

Запах при 20° С и при подогревании воды до 60° С, баллы (не более) 2
Привкус при 20° С, баллы (не более) 2
Цветность по платино-кобальтовой или имитирующей шкале, град (не более) 20
Мутность по стандартной шкале, мг/л (не более) . . 1,5

Допустимая концентрация в воде химических веществ

Сухой остаток, мг/л 1000
Хлориды (Cl^{-}), мг/л 350
Сульфаты (SO_4^{--}), мг/л 50
Марганец (Mn^{2+}), мг/л 0,1
Медь (Cu^{2+}), мг/л 1,0
Цинк (Zn^{2+}), мг/л 5,0
Остаточный алюминий (Al^{3+}), мг/л 0,5
Гексаметафосфат (PO_4), мг/л 3,5
Общая жесткость, мг-экв/л 7,0

Примечания: 1. Водородный показатель (pH) должен быть в пределах 6,5—8,5.

2. При использовании подземных вод без установок по обезжелезиванию воды, по согласованию с органами санитарно-эпидемиологической службы, содержание железа в воде, поступающей в водопроводную сеть, допускается до 1 мг/л.

После хлорирования вода не должна иметь хлорофеноловых запахов.

К смывным бачкам, смывным кранам и писсуарам может быть подведена вода непитьевого качества.

Вода относительно низкой температуры обычно требуется для охлаждения производственных агрегатов, а также для холодильных установок и систем кондиционирования воздуха.

В воде, применяемой для охлаждения производственных агрегатов, содержание взвешенных веществ не должно превышать норм, указанных в табл. 25.1.

ТАБЛИЦА 25.1

ДОПУСТИМОЕ СОДЕРЖАНИЕ ВЗВЕШЕННЫХ ВЕЩЕСТВ В ВОДЕ

Охлаждающие устройства	Содержание взвешенных веществ, мг/л	
	круглогодовое	в паводок
Холодильники коробчатого типа:		
фурмы	15	30
прочие холодильники	30	60
Холодильники трубчатого типа:		
фурменные амбразуры, шлаковые и чугунные лотки	50	100
прочие холодильники	100	200

В воде, подаваемой на производственные нужды, содержание железа нежелательно во всех случаях. Для производств предельное содержание железа не должно превышать 0,1 мг/л.

Содержание взвешенных веществ в воде, используемой для производственных нужд, допускается не более 100 мг/л, а для ряда производств (текстильной, целлюлозно-бумажной промышленности и др.) требуется вода высокой степени прозрачности и в каждом отдельном случае определяется требованиями технологии производства.

Для пищевых предприятий должна подаваться вода питьевого качества.

Цветность воды для многих производств (текстильной, бумажной, искусственного волокна и др.) не должна превышать 15 град.

Наиболее важными показателями химического состава воды являются жесткость, содержание железа, содержание других химических соединений, вредных для технологии.

Для котлов высокого давления производительностью 2 т/ч и более жесткость воды и содержание кислорода не должны превышать норм, указанных в табл. 25.2.

ТАБЛИЦА 25.2

ДОПУСТИМЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЖЕСТКОСТИ ВОДЫ И КОЛИЧЕСТВА КИСЛОРОДА В ВОДЕ, ИСПОЛЬЗУЕМОЙ В ВОДОТРУБНЫХ КОТЛАХ РАЗЛИЧНОГО ДАВЛЕНИЯ

Давление, ати	Общая жесткость, мг-экв/л	Содержание кислорода, мг/л
100	0,005	0,02
31,5—100	0,001	0,002
16—31,5	0,02	0,03 (при стальных экономайзерах) и 0,1 (при чугунных экономайзерах или без них)
до 16	0,3	

Глава 26. СИСТЕМЫ И СХЕМЫ ВОДОПРОВОДА

26.1. Характеристика систем водопровода различных зданий и сооружений

В зданиях могут быть следующие системы внутреннего водопровода: единый водопровод для подачи воды питьевого качества на все нужды; раздельные системы водопровода — хозяйственно-питьевой и производственный (один или несколько); раздельные системы водопровода — хозяйственно-противопожарный и производственный (один или несколько); раздельные системы водопровода — хозяйственно-питьевой и производственно-противопожарный (возможны другие системы производственного водопровода или отдельно противопожарный водопровод); водопровод циркуляционный, состоящий из двух сетей: подающей и обратной; водопровод повторного использования в самом здании (с целью сокращения расхода воды).

Единый водопровод применяют при отсутствии или малой потребности (до 100 м³/сутки) воды на производственные нужды.

Не допускается соединение сетей хозяйственно-питьевого водопровода с сетями, подающими воду непитьевого качества. В исключительных случаях по согласованию с органами Государственного санитарного надзора допускается использование хозяйственно-питьевого водопровода в качестве резерва для водопровода, подающего воду непитьевого качества. В этом случае резервное соединение должно обеспечивать воздушный разрыв между сетями.

Прямоточные системы по типу сетей разделяют на три вида: тупиковые, кольцевые или закольцованные вводами и двойные сети.

Тупиковые сети применяют: в хозяйственно-питьевых водопроводах при устройстве только одного ввода; в производственных водопроводах в том случае, когда допускается перерыв в подаче воды на производственные нужды; при числе внутренних пожарных кранов до 12, если эти сети одновременно являются и противопожарными, а также в отдельных случаях при большом числе пожарных кранов, если внутренний водопровод питается водой от тупиковой наружной сети.

Тупиковые сети устраивают из труб различного или постоянного диаметра (рис. 26.1 и 26.2).

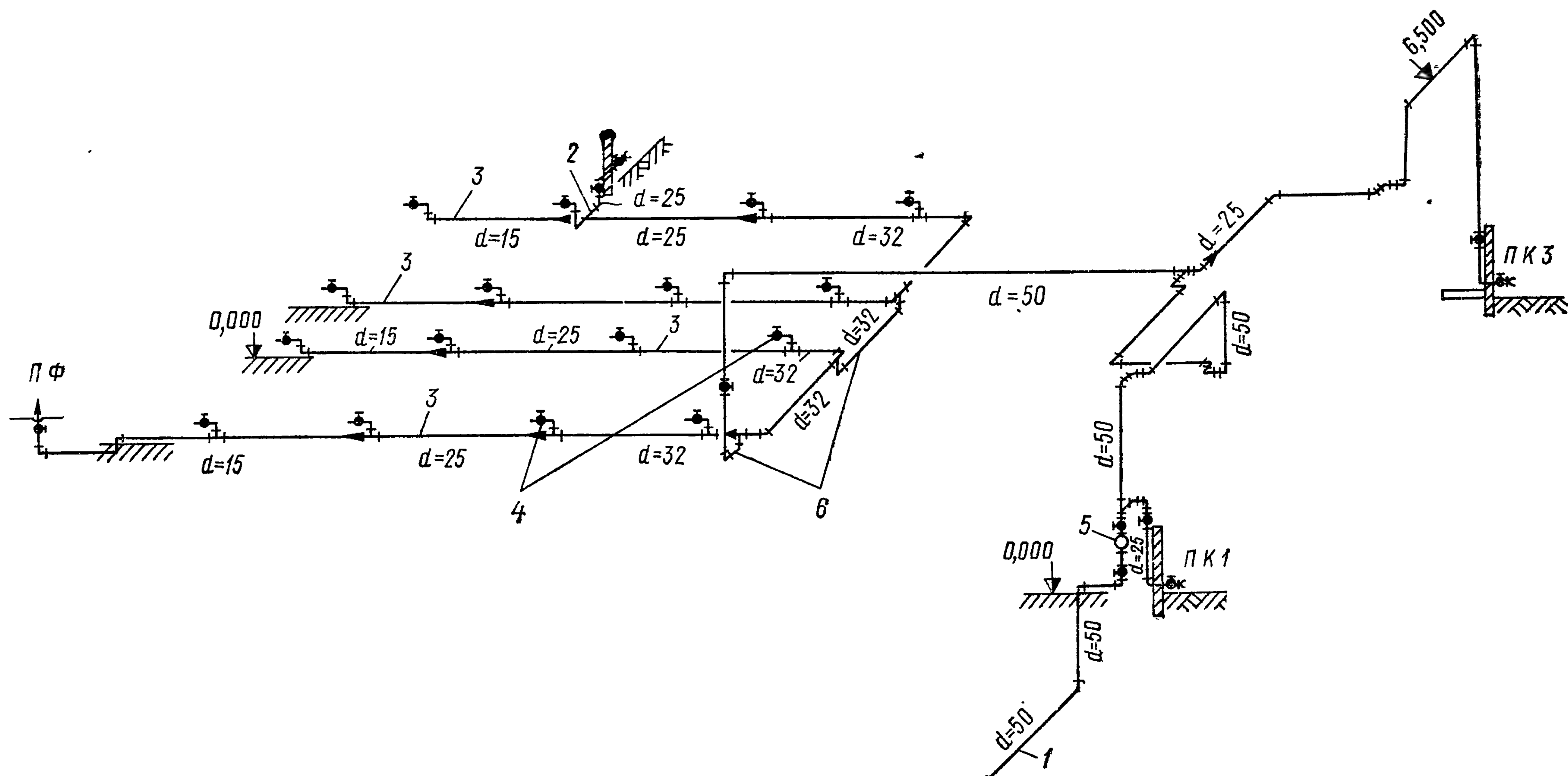


Рис. 26.1. Схема производственного водопровода завода железобетонных изделий

1 — ввод; *2* — прокладка линии в борозде пола; *3* — прокладка линий в полу; *4* — конденсаторы; *5* — водомер турбинный; *6* — прокладка труб в канале; *ПФ* — питьевой фонтанчик; *ПК* — поливочный кран

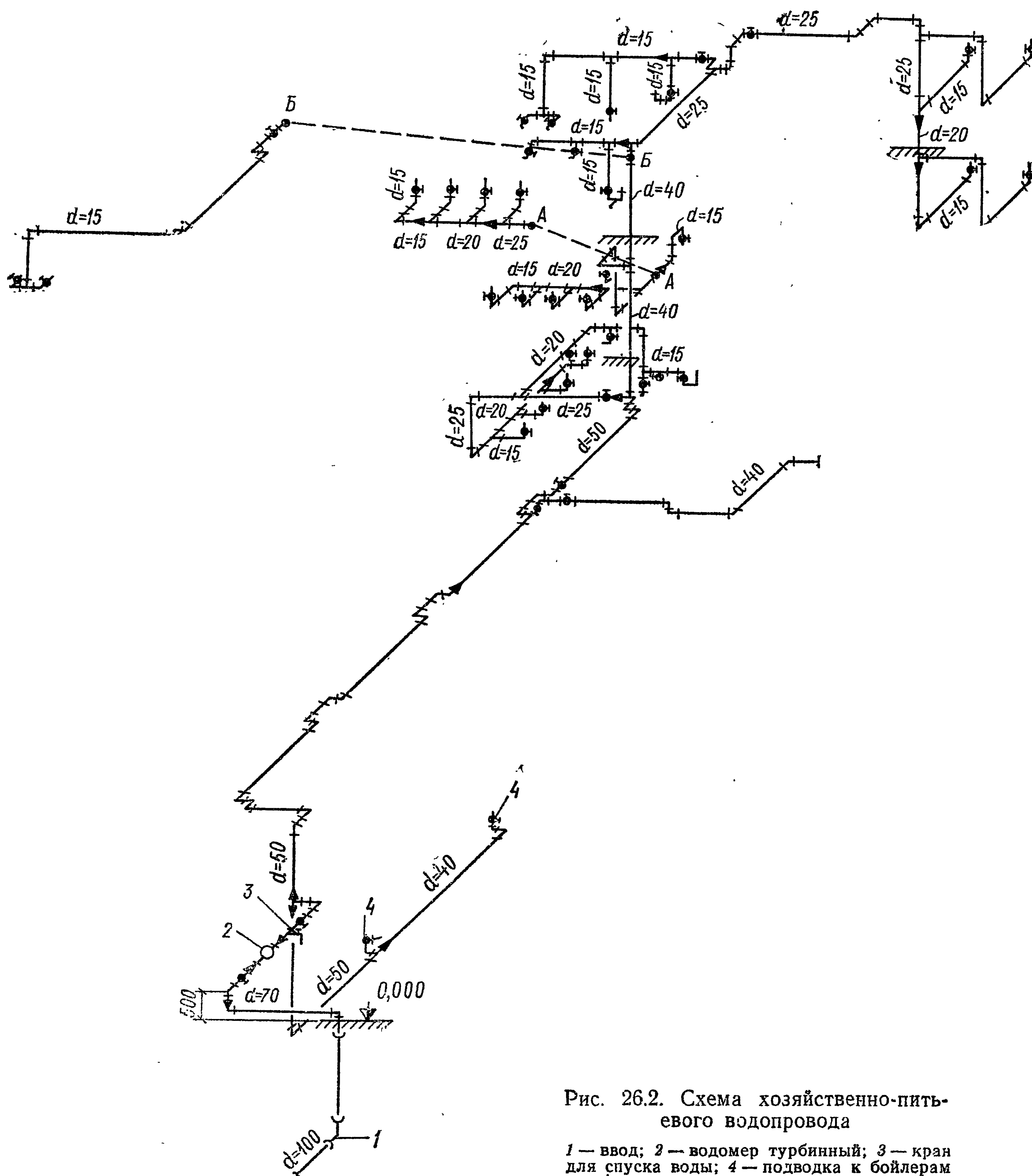


Рис. 26.2. Схема хозяйственно-питьевого водопровода

1 — ввод; 2 — водомер турбинный; 3 — кран для спуска воды; 4 — подводка к бойлерам

Кольцевые водопроводные сети применяют: в противопожарных водопроводах при 12 пожарных кранах и более: в производственных водопроводах, обслуживающих оборудование, которое требует непрерывной подачи воды.

Кольцевые сети, как правило, должны иметь два или несколько вводов. В кольцевой сети с несколькими вводами основная магистраль проектируется одного диаметра по всей длине.

Примером кольцевой сети может служить производственно-противопожарная сеть одного из химических корпусов (рис. 26.3).

Двойные сети применяют в тех случаях, когда при перерыве подачи воды может произойти авария на производстве.

Непрерывность подачи воды должна обеспечиваться как наружными, так и внутренними системами водоснабжения. Для обеспечения непрерывности подачи воды могут применяться следующие схемы сетей: кольцевая сеть с увеличенным числом вводов и установкой дополнительных задвижек или запорных вентилей и двойная сеть.

В кольцевой сети для питания оборудования, не допускающего перерыва в подаче воды, необходимо пре-

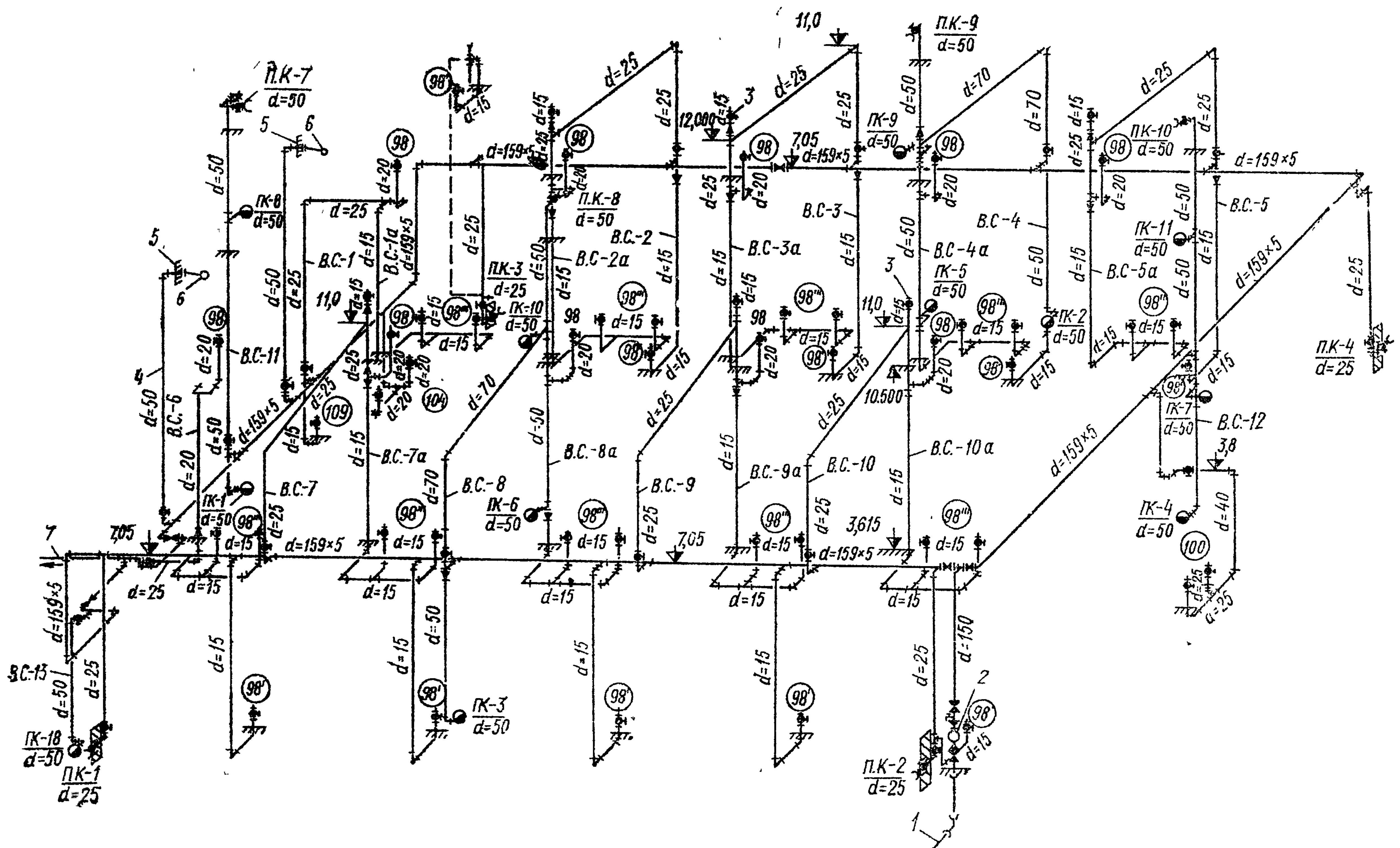


Рис. 26.3. Схема производственно-противопожарного водопровода

1 — ввод № 2, d=150 мм; *2* — водомер турбинный d=100 мм; *3* — выпуск воздуха; *4* — трубопровод подачи воды в бак; *5* — стенка бака; *6* — шаровой кран; *7* — подача воды в левую часть корпуса (цифры в кружках обозначают камеры потребителей воды)

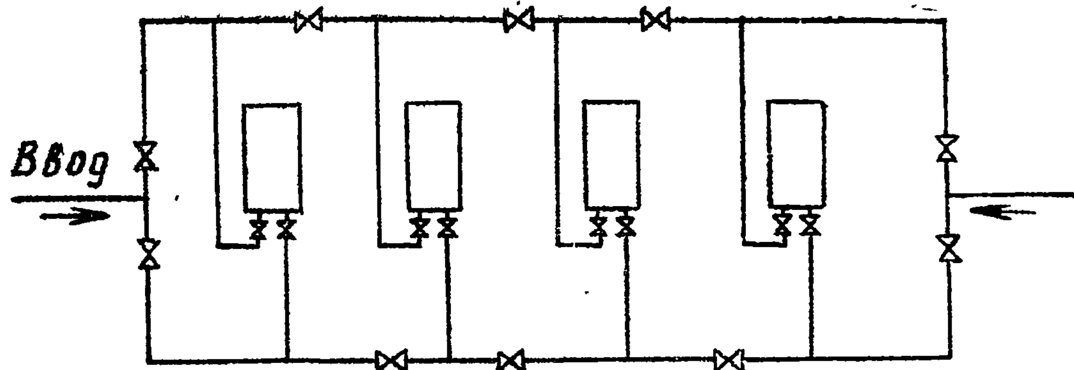


Рис. 26.4. Схема кольцевой сети производственного водопровода

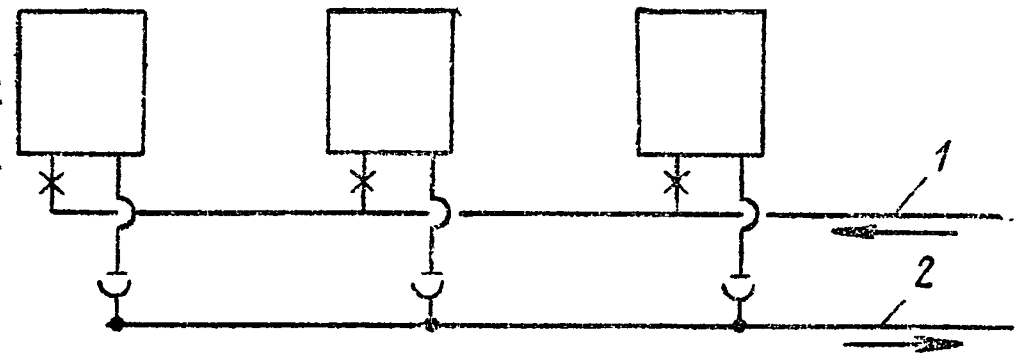


Рис. 26.6. Схема двухступенчатого циркуляционного водопровода

1 — подающая магистраль; *2* — обратная магистраль

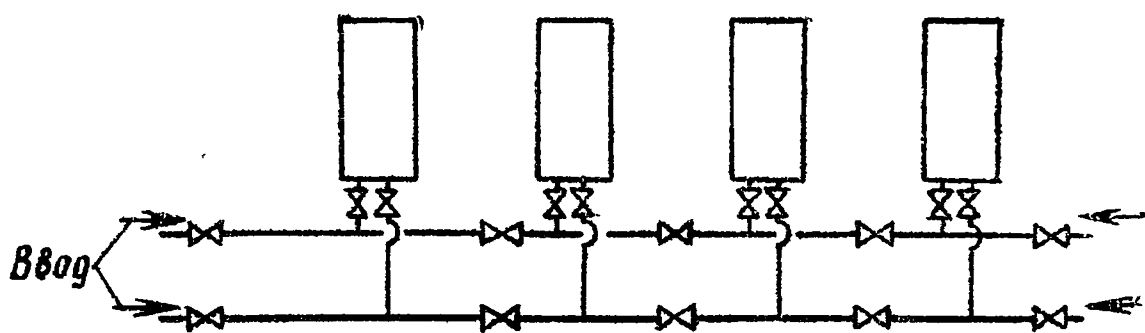


Рис. 26.5. Схема двойной сети производственного водопровода

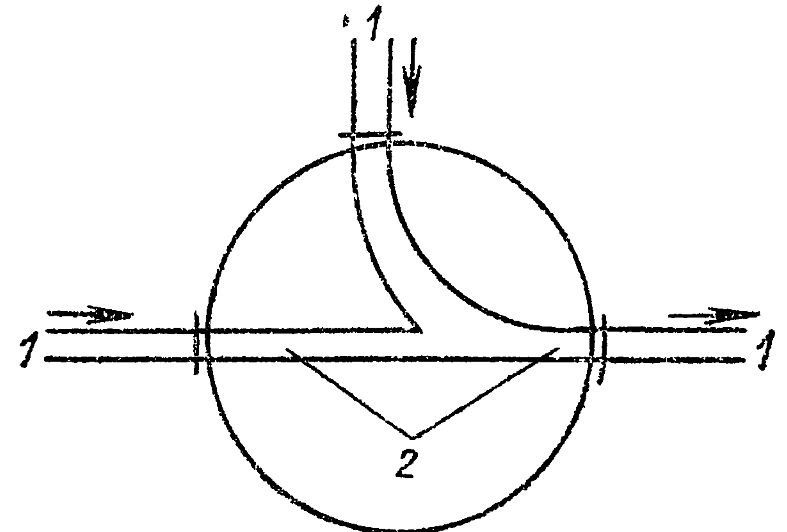


Рис. 26.7. Схема смотрового колодца на обратной линии

1 — труба; *2* — лотки

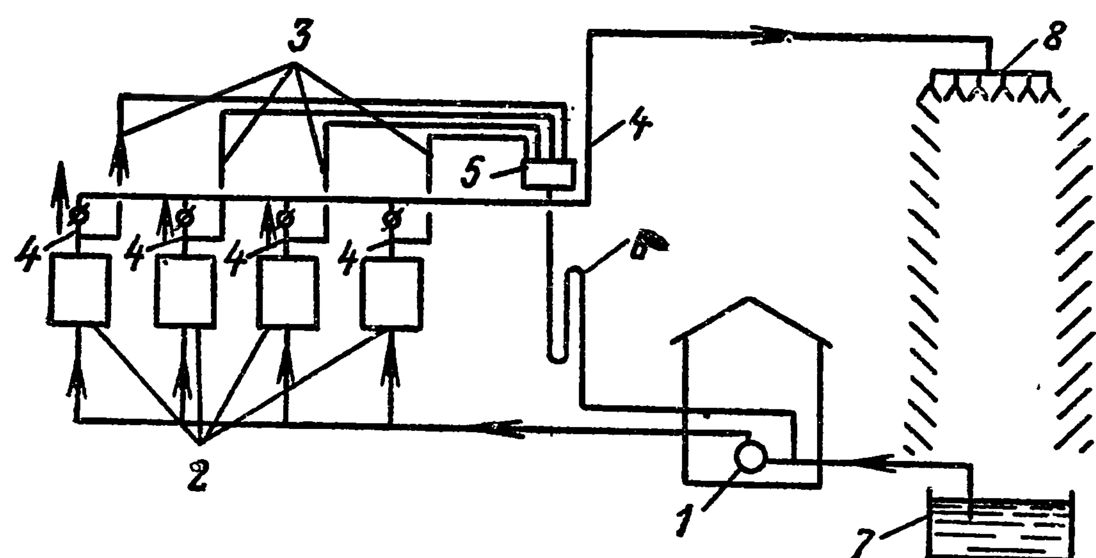


Рис. 26.8. Схема циркуляционного одноступенчатого водопровода

1 — насос; *2* — охлаждаемый агрегат; *3* — контрольные трубопроводы; *4* — отводные трубопроводы от агрегатов; *5* — контрольный бачок; *6* — гидравлический затвор; *7* — сборный резервуар; *8* — градирня

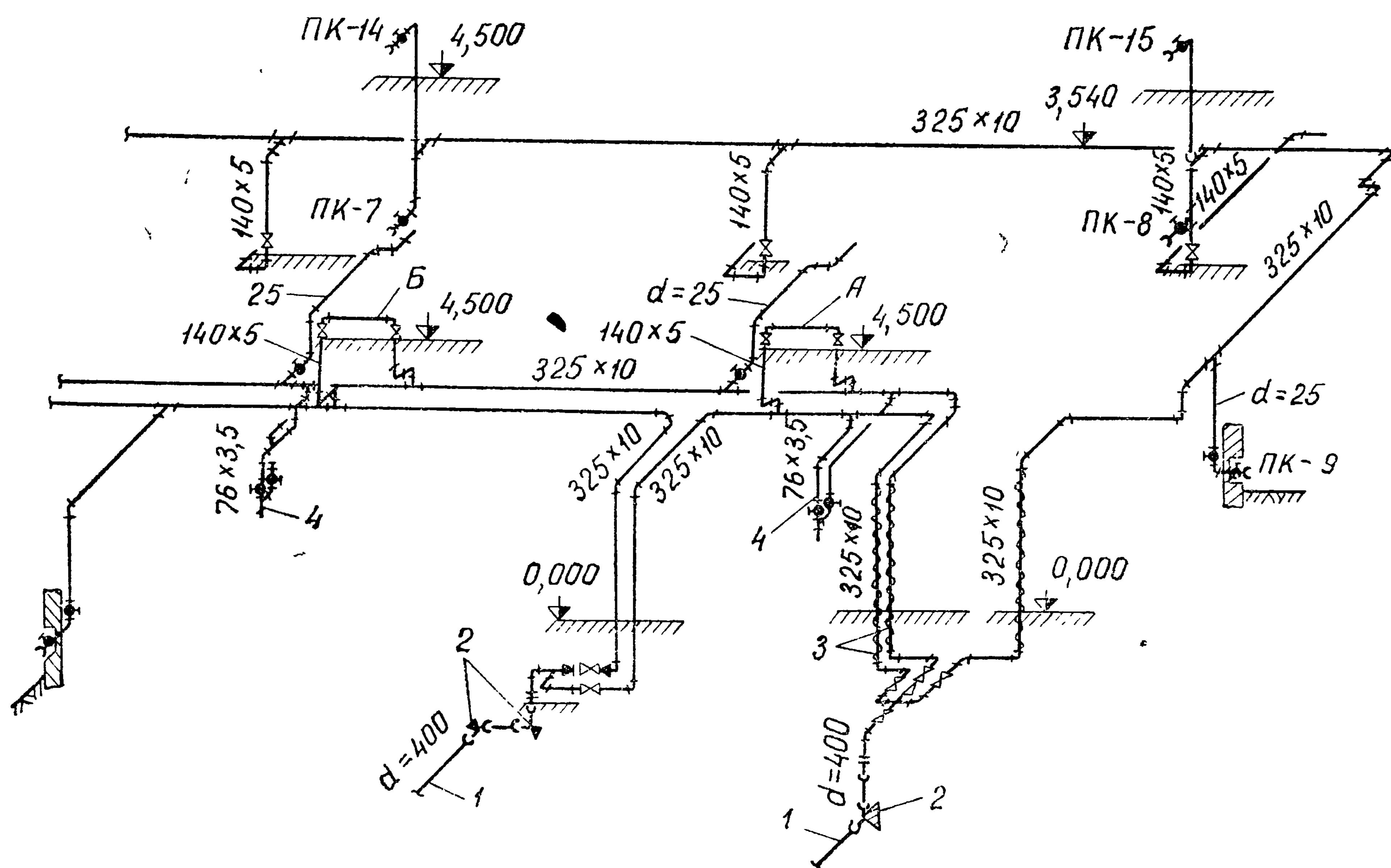


Рис. 26.9. Схема циркуляционного подающего водопровода завода ферросплавов

1 — ввод охлажденной воды; *2* — упоры; *3* — утепленные стояки; *4* — подводки к маслоохладителям; *А* — печь № 1; *Б* — печь № 2; *ПК* — поливочный кран $d = 25$ мм

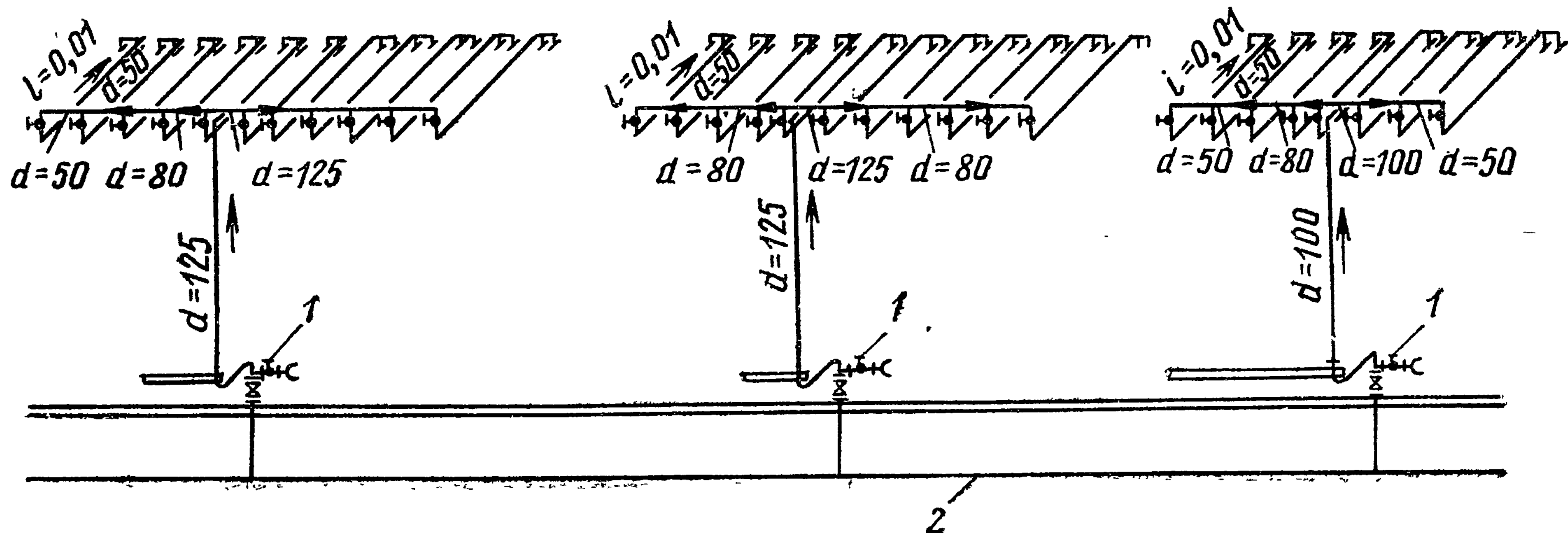


Рис. 26.10. Схема циркуляционного подающего водопровода главного корпуса медносерного комбината

1 — вентиль $d = 25$ мм; *2* — наружная водопроводная магистраль

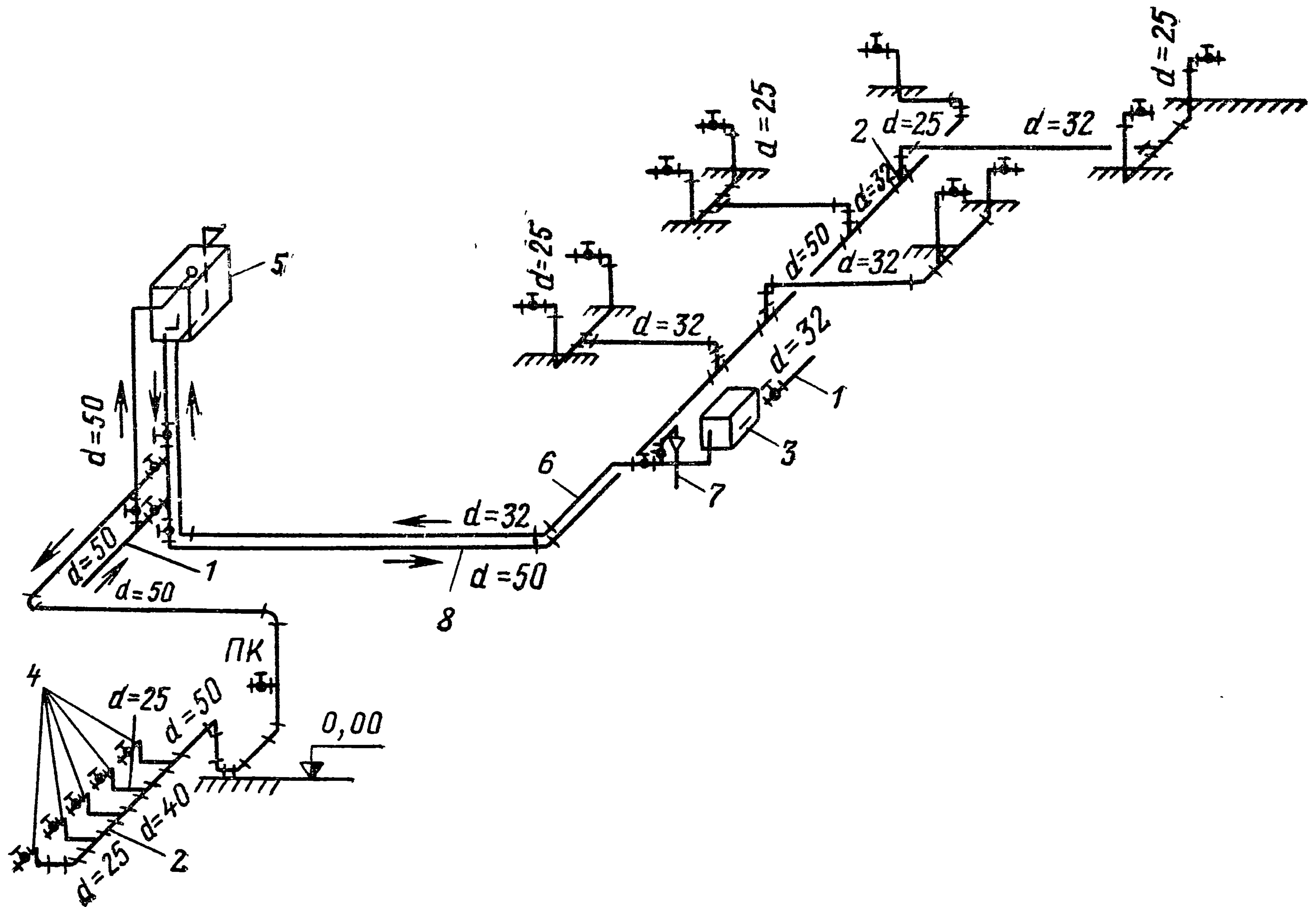


Рис. 26.11. Схема водопровода повторного использования воды от маслоохладителей в механическом цехе

1 — трубопровод для подачи воды из сети хозяйственно - противопожарного водопровода; *2* — сеть повторного использования воды; *3* — маслоохладители; *4*—ванны гальванического отделения; *5* — бак для регулирования подачи воды в сеть повторного использования; *6* — трубопровод для подачи воды от маслоохладителей; *7* — аварийный сброс воды в канализацию; *8* — подача воды из бака в термическое отделение

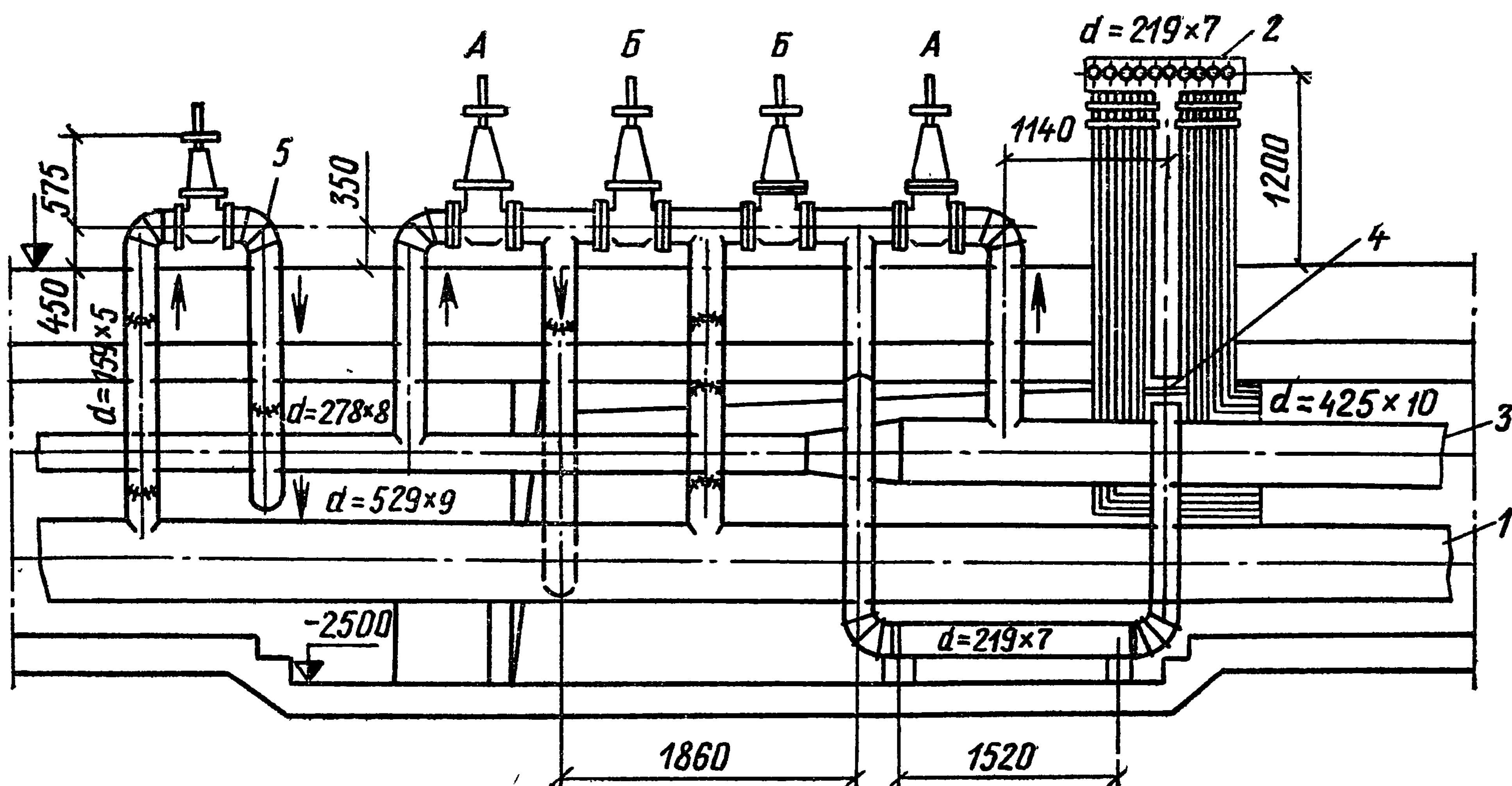


Рис. 26.12. Аварийное соединение водопроводов исходной и повторно используемой воды прокатного цеха

1 — сеть производственного водопровода; *2* — подвод повторно используемой воды; *3*—сеть воды повторного использования; *4* — измерительная диафрагма; *5* — подвод воды для охлаждения текстолитовых подшипников

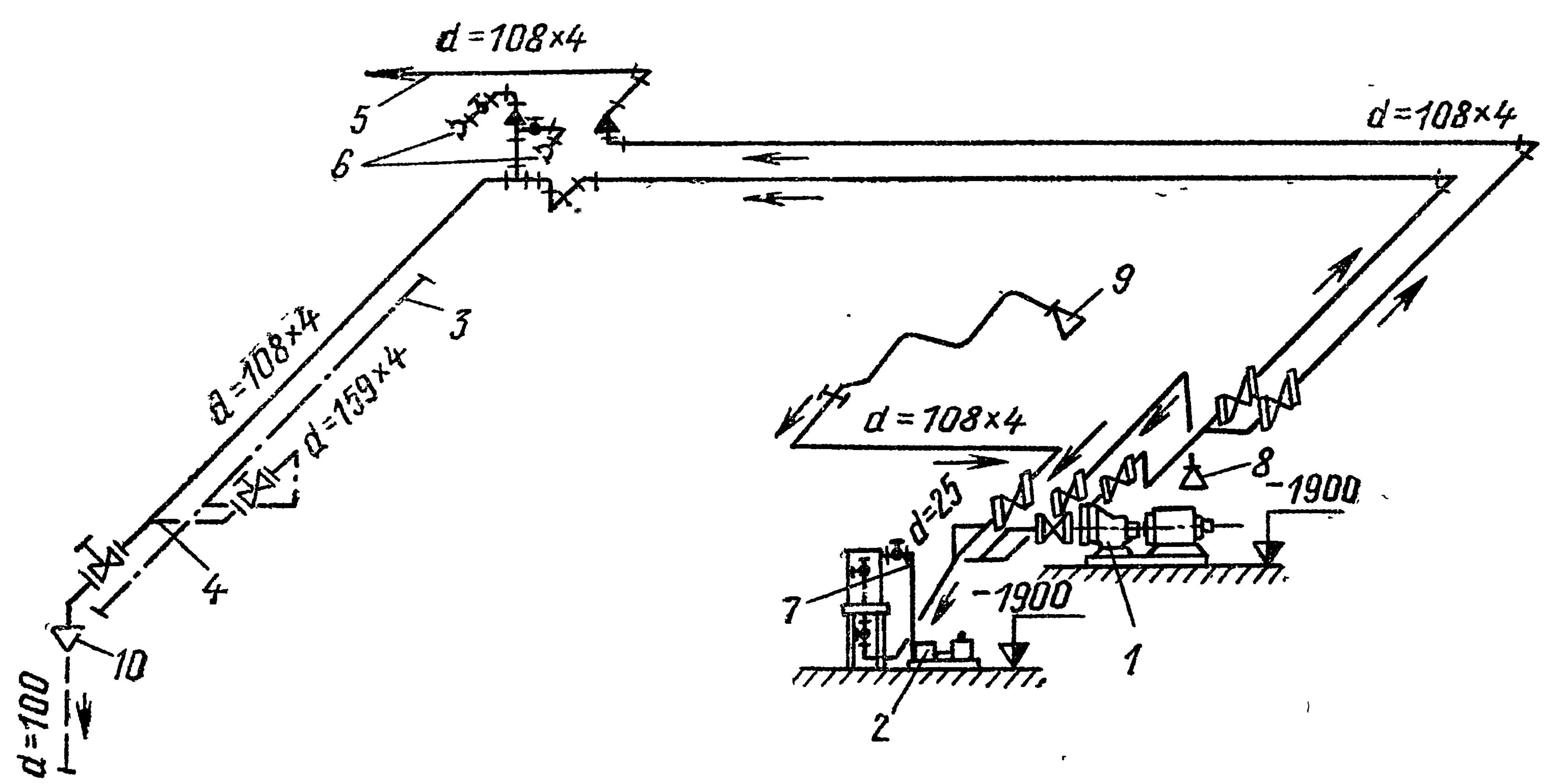


Рис. 26.13. Водопровод повторно используемой воды склада концентратов медеплавильного комбината

1—центробежный насос; *2*—вакуум-насос; *3* — производственный водопровод; *4* — присоединение производственного водопровода; *5* — подача в канал пульпопровода; *6* — поливочные краны; *7* — труба для заливки вакуум-насоса; *8* — всасывающая воронка; *9* — воронка для захвата осадка; *10* — сливная воронка

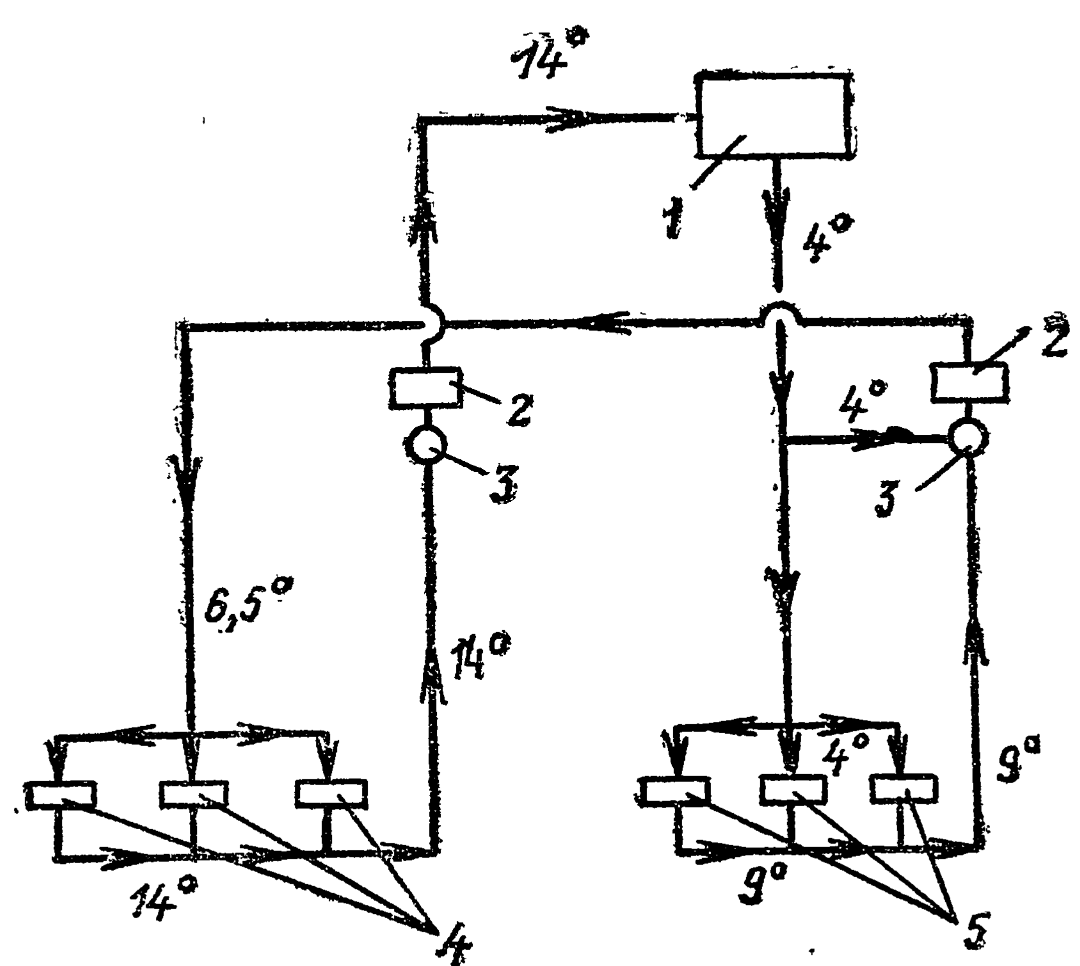


Рис. 26.14. Схема водопровода установки для кондиционирования воздуха

1 — холодильная станция; *2* — насосная станция; *3* — запасный и смесительный резервуары; *4* — кондиционеры, требующие воду с t=6,5 °С; *5* — кондиционеры, требующие воду с t=4 °С

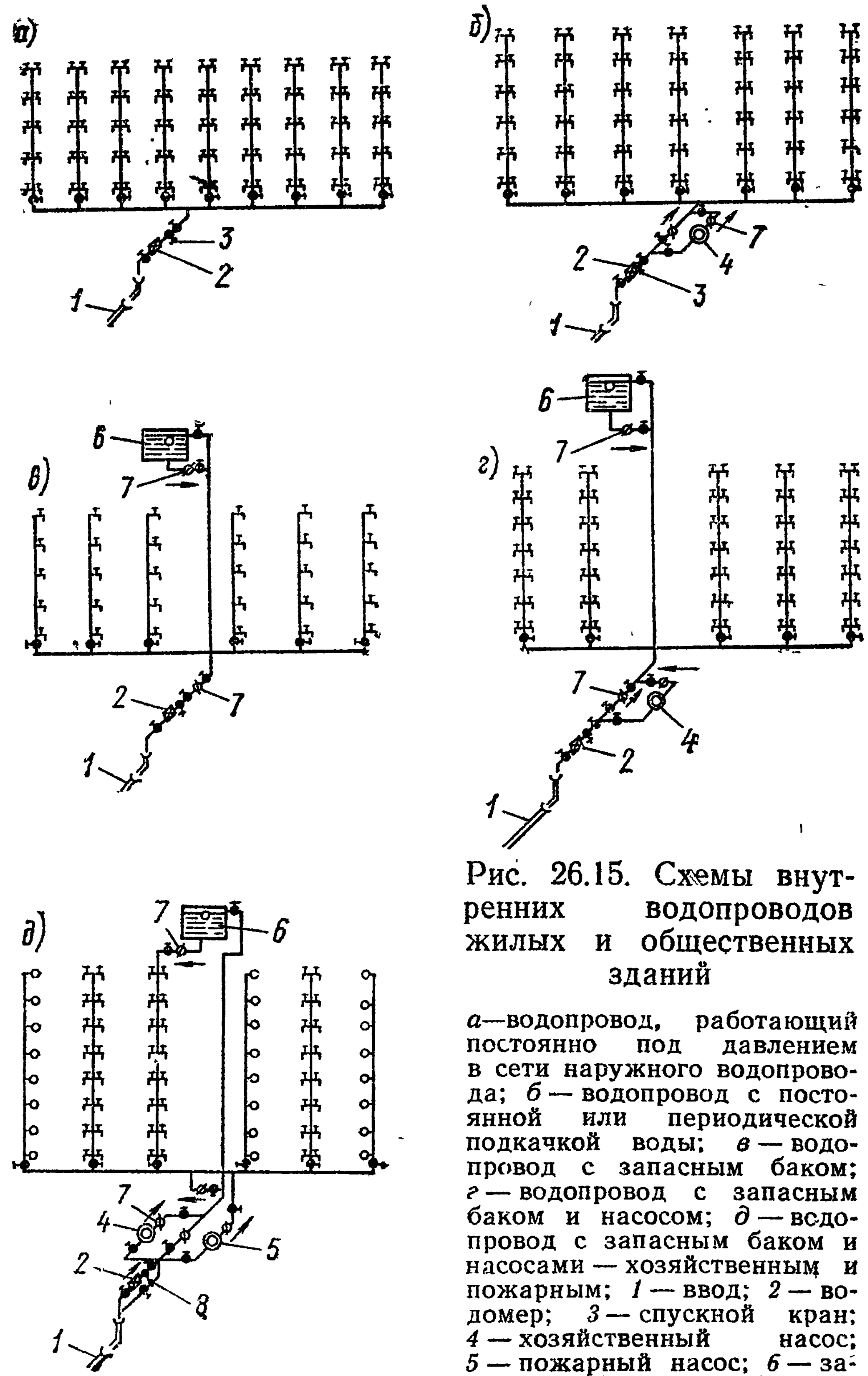


Рис. 26.15. Схемы внутренних водопроводов жилых и общественных зданий

а—водопровод, работающий постоянно под давлением в сети наружного водопровода; *б* — водопровод с постоянной или периодической подкачкой воды; *в* — водопровод с запасным баком; *г* — водопровод с запасным баком и насосом; *д* — водопровод с запасным баком и насосами — хозяйственным и пожарным; *1* — ввод; *2* — водомер; *3* — спускной кран; *4* — хозяйственный насос; *5* — пожарный насос; *6* — запасной бак; *7* — обратный клапан; *8* — обводная линия

дусматривать возможность отключения любого агрегата и любого участка сети без прекращения подачи воды другим агрегатам (рис. 26.4). Это же правило должно быть соблюдено и при применении двойной водопроводной сети (рис. 26.5).

В кольцевой или двойной водопроводной сети необходимо предусматривать возможность замены любой задвижки на магистрали без прекращения подачи воды оборудованию.

Циркуляционные системы состоят из двух сетей: подающей и обратной.

В двухступенчатой системе подающая сеть, как правило, является напорной, а обратная — самотечной (рис. 26.6).

...атная сеть в отличие от самотечных канализаци... ...етей имеет следующие особенности:

...при расчете сети для отвода максимального рас... ...ды задаются диаметром труб, после чего опре... ...уклон трассы;

...смотровые колодцы устанавливают по конструк... ...ым соображениям, принимая их с открытыми лот... ...или ревизиями на закрытой сети и двойными ...ками (рис. 26.7).

...ри одноступенчатой схеме, как подающей, так и ...ной, трубопроводы являются напорными и долж... ...овлетворять требованиям, предъявляемым к на... ...ым сетям (рис. 26.8).

...римером циркуляционного подающего напорного ...провода по схеме двойной сети является водопровод ...охлаждения печей и маслоохладительных колонок ...да ферросплавов (рис. 26.9).

...елкие агрегаты, охлаждаемые водой, которые ...но объединить в отдельные узлы, целесообразно ...оединять к сборным магистралям циркуляционного ...опровода, прокладываемого вне зданий (рис. 26.10).

Системы повторного использования воды. Повторное ...льзование воды может осуществляться как в самом ...ании, так и вне его.

При повторном использовании воды в здании про... ...уют специальный водопровод со всеми необходи... ...ми установками: насосной, баками, резервуарами и ... Примером системы повторного использования мо... ...ет служить водопровод механического цеха ...с. 26.11).

В данной системе вода после охлаждения маслоох... ...ителей поступает в напорный бак, из которого рас... ...уется для термического и гальванического отделений.

В системах со значительным расходом воды неце... ...образно устанавливать напорные регулирующие ба... ...или запасные резервуары из-за их больших размеров. ...этих случаях для обеспечения бесперебойной подачи ...ды следует предусматривать автоматизацию работы ...опроводов.

Примером применения автоматизации может слу... ...ть схема с автоматически действующими задвижка... ...для системы повторного использования воды в од... ...м из прокатных цехов (рис. 26.12). При прекраще... ...подачи воды повторного использования или при по... ...ее в недостаточном количестве автоматически пе... ...ючаются задвижки (задвижки *А* закрываются, ...адвижки *Б* открываются) и вместо воды повторного ...ользования подается исходная вода.

Для автоматического выброса лишней воды, посту... ...ющей в систему повторного использования, устанав... ...вают контактные манометры.

Повторное использование воды применяют также ...я извлечения и утилизации сырья (рис. 26.13).

Отработавшую воду после кондиционеров целесо... ...разно использовать для охлаждения другого обору... ...вания. Если некоторые кондиционеры требуют воду ...олее высокой температурой, следует применять схему ...рис. 26.14. По этой схеме из холодильной станции во... ...с температурой 4° С подают на кондиционеры первой ...ппы, где она нагревается до 9° С, а затем поступает ...резервуар-смеситель, в который также поступает и ...а с температурой 4° С. После смешивания воду с ...мпературой 6,5° С подают на кондиционеры второй ...ппы. Воду, нагретую до температуры 14° С, направ... ...ют в холодильную станцию.

Применение систем водопровода по режиму их ра... ...ты приведено в табл. 26.1.

В жилых зданиях высотой 17 этажей и более, ад... ...министративных зданиях, гостиницах, пансионатах, санаториях, домах отдыха, производственных и вспомогательных зданиях высотой более 50 м предусматривается зонирование водопровода. Высота зоны определяется из расчета максимально допустимого гидростатического напора у нижних пожарных кранов и хозяйственных или производственных водоразборных точек. При зонировании водопровода подача воды может быть предусмотрена от водонапорных или гидропневматических баков, а также непосредственно от наружного водопровода. Имеющееся давление во внешней водопроводной сети используется для подачи воды в нижние этажи зданий.

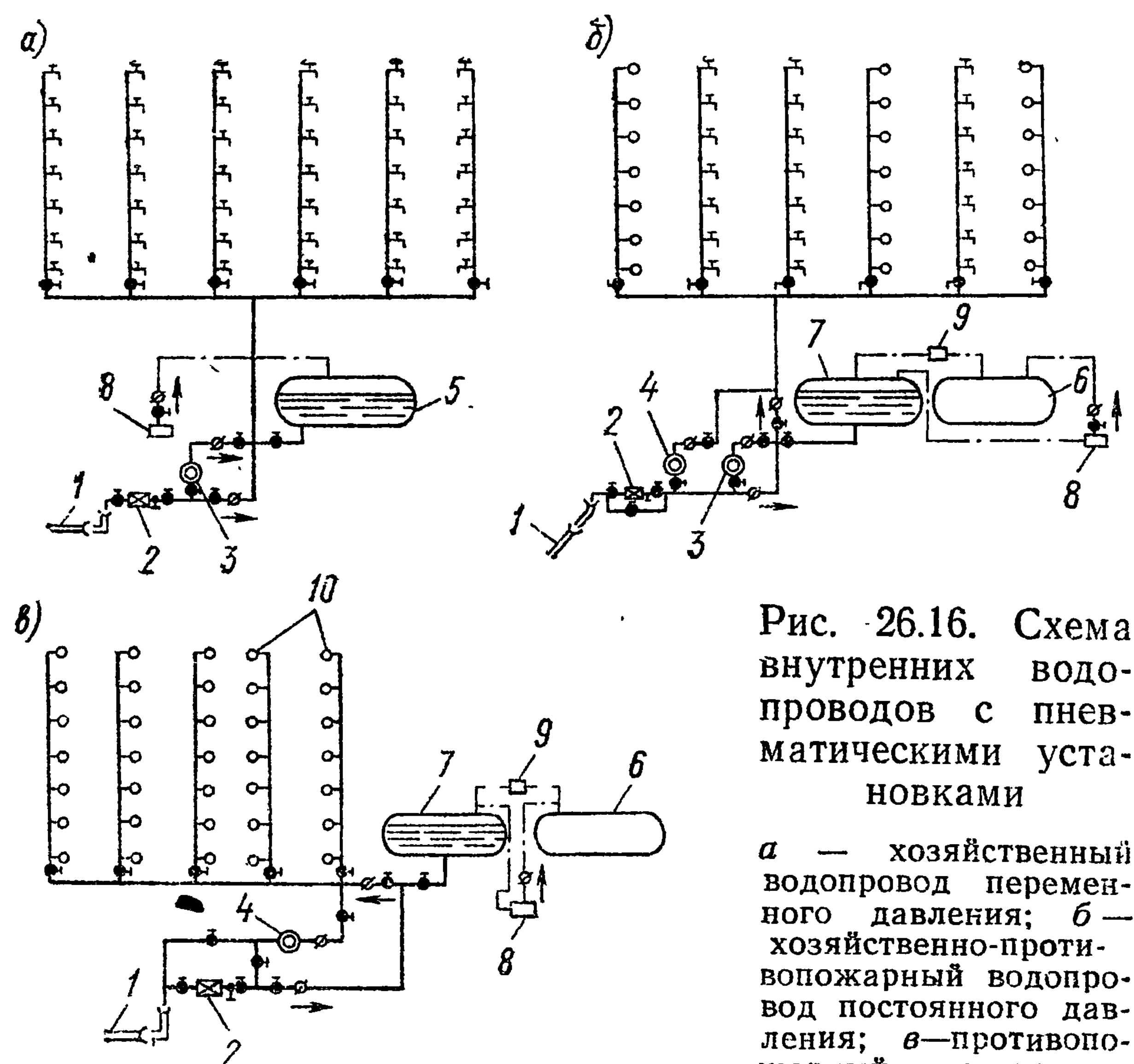


Рис. 26.16. Схема внутренних водопроводов с пневматическими установками

а — хозяйственный водопровод переменного давления; *б* — хозяйственно-противопожарный водопровод постоянного давления; *в*—противопожарный водопровод постоянного давления; *1* — ввод; *2* — водомер; *3* — хозяйственный насос; *4* — пожарный насос; *5* — воздушно-водяной пневматический бак; *6* — воздушный пневматический бак; *7* — водяной пневматический бак; *8* — компрессор; *9* — редукционный клапан; *10* — пожарные краны

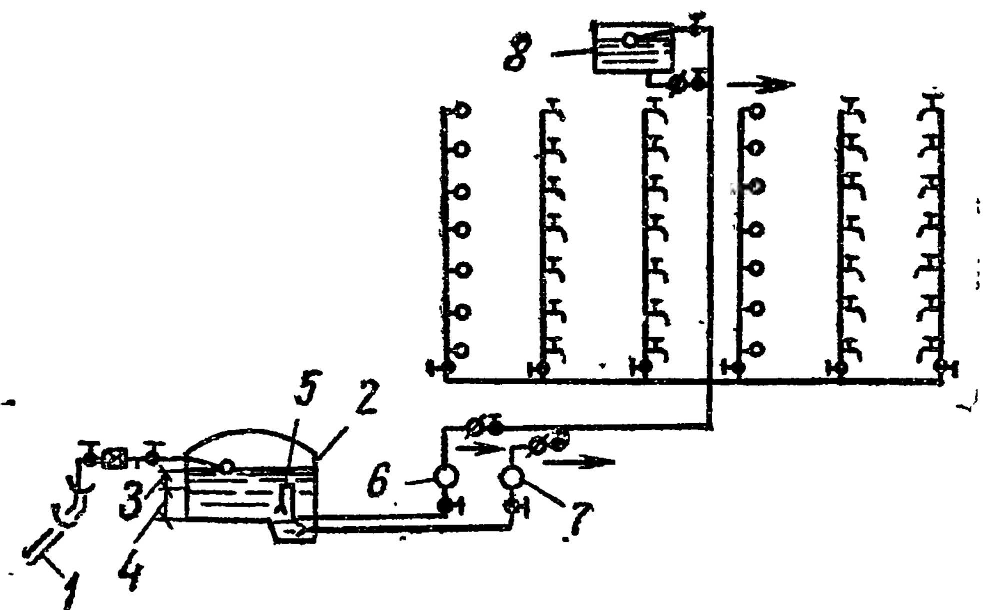


Рис. 26.17. Схема внутренних водопроводов с запасными резервуарами и с разрывом струи воды

1 — ввод наружного водопровода; *2* — запасный подземный резервуар; *3* — запас воды на хозяйственные нужды; *4* — запас воды на тушение пожара; *5* — отверстие для разрыва струи; *6* — хозяйственный насос; *7* — напорный насос; *8* — напорный бак

ТАБЛИЦА 26.1

РАЗЛИЧНЫЕ СИСТЕМЫ ВОДОПРОВОДА И РЕЖИМ ИХ ДЕЙСТВИЯ

Система	Применение системы
Под постоянным давлением наружного водопровода без специальных устройств (рис. 26.15, *а*)	В хозяйственно-питьевом, противопожарном и объединенном водопроводах, когда гарантируемое давление в наружной сети достаточно для создания необходимых напоров у всех водопотребителей, включая пожарные краны
С местными повысительными устройствами постоянного или периодического действия без запасных баков (рис. 26.15, *б*)	В хозяйственно-питьевом, противопожарном и объединенном водопроводах при постоянной или периодической недостаточности давления в наружной сети
С запасными водонапорными баками, заполняемыми периодически под давлением наружного водопровода без повысительных устройств (рис. 26.15, *в*)	В особых случаях хозяйственно-питьевых водопроводов, когда расходы воды незначительны, а установка насосов затруднена
С баками и насосами для повышения давления (рис. 26.15, *г*)	Для хозяйственно-питьевых, противопожарных и объединенных водопроводов при значительной разности давления в том случае, когда возможна установка баков
С пневматическими установками постоянного или переменного давления (рис. 26.16)	То же, когда возможно и целесообразно устройство пневматической установки для автоматических пожарных систем
С разрывами струи, с запасными резервуарами и повысительными устройствами для подачи воды в сеть или одновременно в сеть и в запасные емкости (водонапорные баки) (рис. 26.17)	То же, когда требуется сразу получить большой расход воды из наружной сети для тушения пожаров и необходимо обеспечить обмен воды в резервуарах
Зонного водоснабжения с запасными баками и без баков (рис. 26.18)	В многоэтажных зданиях высотой 17 этажей и более или более 50 м, когда давление в наружной сети достаточно для снабжения четырех этажей и более и когда давление во внутренних водопроводах без применения зонного водоснабжения может превышать допустимое давление 60 м
Циркуляционного водоснабжения и повторного использования воды	При высоком тарифе или дефиците воды, больших расходах ее, возможности и технико-экономической целесообразности циркуляции воды повторного использования (например, в фонтанах)
С запасными уравнительными баками (рис. 26.19)	При необходимости снижения давления у водоразборной арматуры и обеспечения запаса воды, например в банях, прачечных

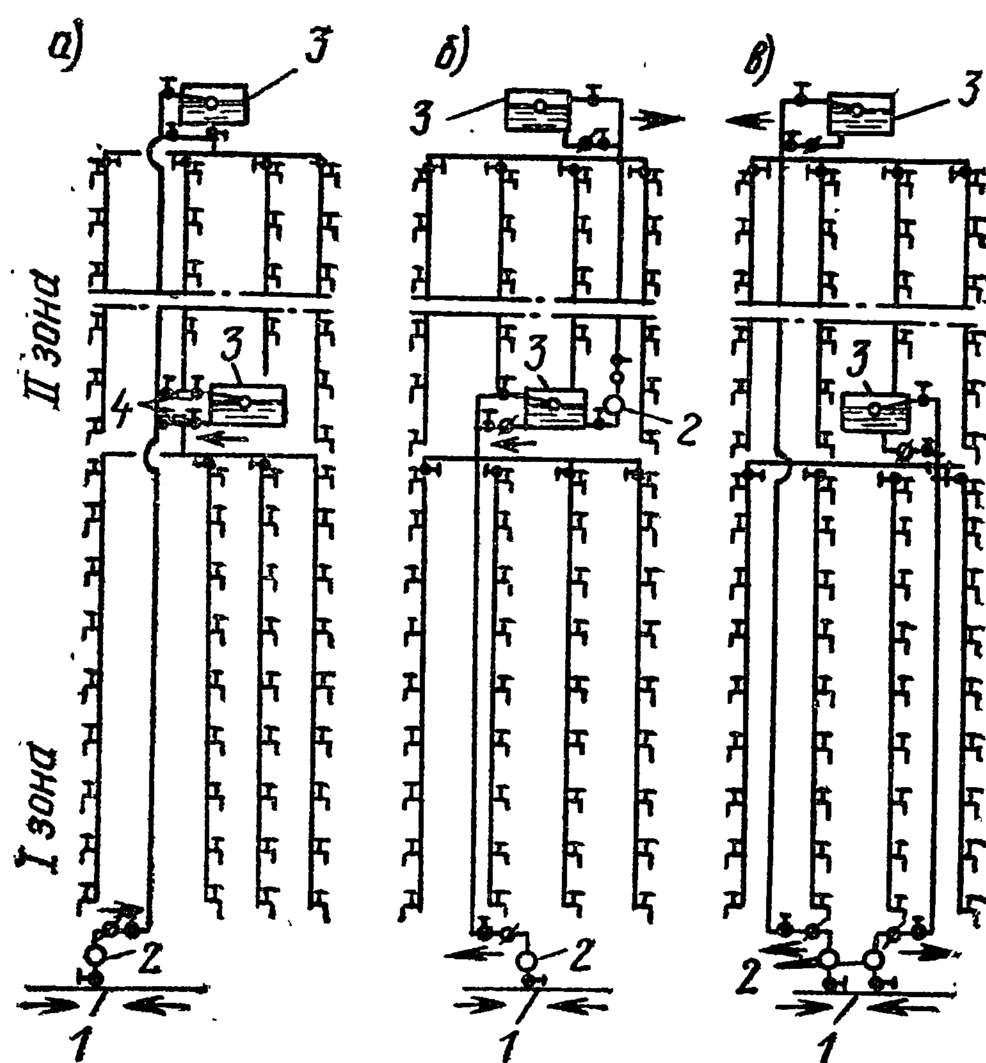


Рис. 26.18. Схема зонных водопроводов зданий, в системах которых статическое давление превышает 60 м

а — водопровод с подачей воды во все зоны одной группой насосов; *б* — водопровод с последовательной подачей воды из более низкой зоны в более высокую; *в* — водопровод с параллельной подачей воды во все зоны насосами различных групп; *1* — ввод; *2* — насос; *3* — напорный бак; *4* — редукционный клапан

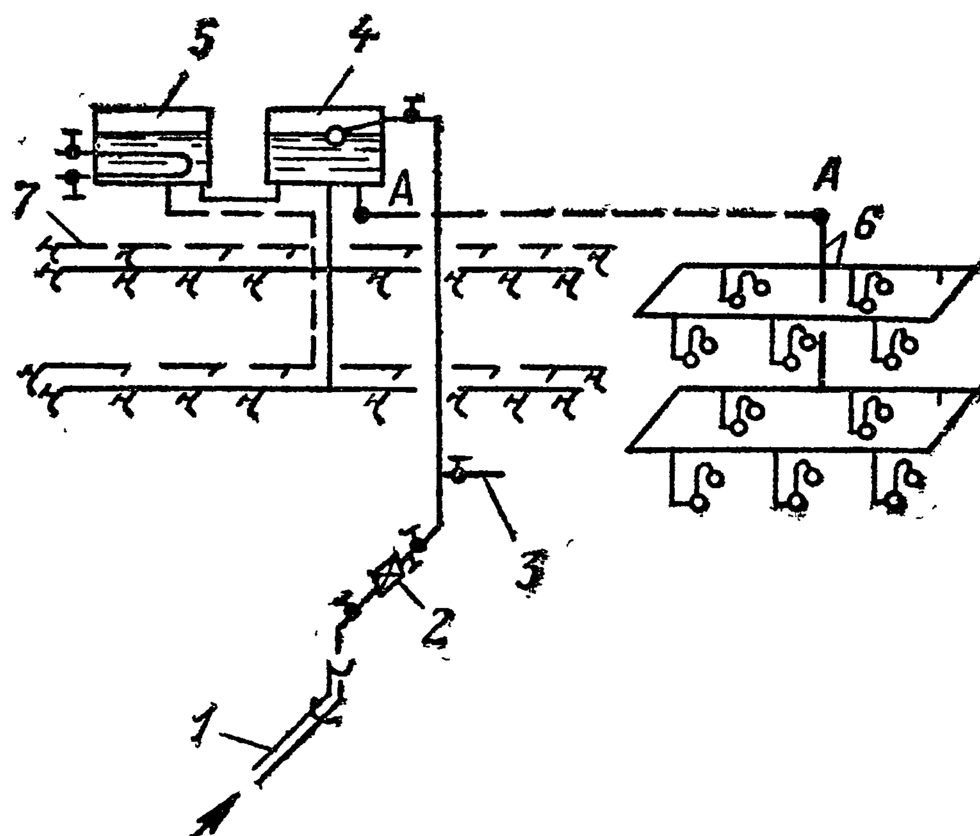


Рис. 26.19. Схема внутренних водопроводов с уравнительными баками

1 — ввод; *2* — водомер; *3* — хозяйственная сеть; *4* — бак холодной воды; *5* — бак горячей воды; *6* — сеть холодной воды к душам и умывальникам; *7* — сеть горячей воды

В зданиях высотой 17—25 этажей (более 50 м) водопроводные сети каждой зоны (объединенные и раздельные: хозяйственно-питьевые, противопожарные и производственные) закольцовываются по вертикали. При отсутствии в здании промежуточных технических этажей вместо кольцевания по вертикали допускается закольцовывать сеть в горизонтальной плоскости. В зданиях высотой 25 этажей и более внутренние сети каждой зоны закольцовывают по вертикали и по горизонтали.

Внутренние водопроводные сети (как раздельные ...ственно-питьевые, так и объединенные) в жилых ...ях высотой более 16 этажей и в зданиях, обору...нных зонным водопроводом, следует присоединять ...ружной кольцевой сети не менее чем двумя вводами. Жилые дома и группы их с числом квартир более ... также должны иметь два ввода от наружной кольцевой сети водопровода.

Внутренние сети противопожарного водопровода ...дой зоны здания высотой 17 этажей и более должны иметь два выведенных наружу патрубка с полугайками $d=77$ мм для присоединения рукавов пожарных ...томашин.

26.2. Противопожарные системы водопровода

Во внутренние водопроводы для пожаротушения ...а подается непосредственно от наружной сети через ...ды прямо или через промежуточную регулирующую ...кость. Потребный напор определяется по формуле

$$H_{потр} = h_c + H_{св} + \Delta z, \qquad (26.1)$$

где h_c — потери напора на вводах и во внутренней сети;

$H_{св}$ — свободный напор у водоразборного устройства;

Δz — разность отметок ввода в здание и наиболее высоко расположенного водоразборного устройства.

А. СПРИНКЛЕРНЫЕ И ДРЕНЧЕРНЫЕ УСТАНОВКИ

Наряду с пожарными кранами некоторые здания и ...ружения (табл. 26.2), особо опасные в пожарном ...ошении, необходимо оборудовать спринклерными и ...нчерными установками.

Водяная спринклерная система применяется в отапливаемых помещениях с температурой воздуха выше ... Водяная система полностью заполняется водой. ...дной секции водяной системы должно быть не более 800 спринклеров.

Воздушная спринклерная система используется в не...пливаемых помещениях с температурой воздуха ниже 0° С. Воздушная система выше КСК (контрольно-...ального клапана) заполняется сжатым воздухом, а ...е КСК — водой: в ней устанавливается до 800 ...инклеров.

Смешанная система устраивается в тех зданиях, ...е имеются смежные помещения с различным темпера...ным режимом. Эта система состоит как бы из двух ...тем: воздушной с воздушным КСК и водяной с во...ным КСК. Общими между воздушной и водяной си...мами являются водопитатели.

В смешанной системе должно быть не более 1400 ...инклерных головок, из них 600 в воздушной и 800 ...одяной системе. Спринклерные головки являются по...ителями всей спринклерной системы. В настоящее ...емя применяют спринклерные головки с металличе...м и стеклянным замком.

Спринклеры изготовляют на различные температур...е режимы (табл. 26.3).

Диаметр спрыска (отверстие в диафрагме) сприн...рной головки 12,75 мм. Площадь пола, защищенная ...им спринклером, в помещениях повышенной пожар...опасности при наличии горючих материалов более

ТАБЛИЦА 26.2

ПЕРЕЧЕНЬ ЗДАНИЙ И ПОМЕЩЕНИЙ, ПОДЛЕЖАЩИХ ОБОРУДОВАНИЮ АВТОМАТИЧЕСКИМИ СРЕДСТВАМИ ПОЖАРОТУШЕНИЯ

Здания	Помещения
Склады (независимо от ведомственной принадлежности)	Помещения складов сгораемых материалов площадью 1000 $м^2$ и более, а также несгораемых материалов в сгораемой упаковке площадью 1500 $м^2$ и более; указанные помещения складов, расположенные в подвале площадью 700 $м^2$ и более. Помещения хранения шерсти, пушнины, мехов и меховых изделий, склады каучука (независимо от площади). Помещения складов сгораемых материалов и несгораемых материалов в сгораемой упаковке при высоте штабелей или стеллажей более 5,5 м
Здания без фонарей при ширине более 60 м	Со взрывопожароопасными и пожароопасными производствами
Предприятия по обслуживанию автомобилей	Помещения для хранения автомобилей и постов технического обслуживания и ремонта автомобилей (кроме постов мойки автомобилей) в гаражах высотой два этажа и более, в подземных гаражах и гаражах, расположенных под мостами, а также в одноэтажных зданиях предприятий по обслуживанию автомобилей, в которых площадь помещения для хранения автомобилей или постов технического обслуживания и ремонта автомобилей составляет 7000 $м^2$ и более
Магазины универсальные, театры, клубы	По соответствующим главам СНиП
Здания с электронно-счетными и вычислительными машинами	Залы электронно-счетных и вычислительных машин, подвальные пространства и технические этажи, помещения перфокарт и перфолент, табуляторные и коммуникационные

Продолжение табл. 26.2

Здания	Помещения
Научно-исследовательские институты и лаборатории	Помещения с уникальным оборудованием, приборами и материалами, лаборатории, установки со взрывопожароопасными производствами, а также помещения хранения и выдачи уникальных изданий, отчетов, рукописей и других документов особой ценности

Примечания: 1. Выбор средств пожаротушения (вода, пена, газ или порошок) определяется технологическими требованиями и технико-экономическим обоснованием.

2. Наиболее эффективная высота использования спринклерных систем до 8 м, максимальная — 10 м.

3. Помещения складов, не указанные в перечнях министерств и ведомств, должны быть оборудованы автоматическими средствами пожаротушения согласно п. 1 данного перечня.

4. Здания и помещения, не включенные в данный перечень, подлежат оборудованию автоматическими установками пожаротушения согласно перечням, утвержденным министерством или ведомством и согласованным с Госстроем СССР и Главным управлением пожарной охраны МВД СССР.

ТАБЛИЦА 26.3

ТЕМПЕРАТУРА ВСКРЫТИЯ СПРИНКЛЕРНЫХ ГОЛОВОК В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ ОБСЛУЖИВАЕМОГО ПОМЕЩЕНИЯ

Температура вскрытия, °С	Нормальная температура помещения, °С	Цвет окраски штуцера и рамки
72	<40	Без окраски
93	41—60	Белый
141	61—100	Синий
182	101—140	Красный

200 кг на 1 м² не должна превышать 9 м, в остальных случаях — 12 м. Расстояние от розетки спринклера до плоскости несгораемого перекрытия должно быть не более 0,4 м; при трудносгораемом и сгораемом перекрытиях — не более 0,3 м, причем расстояние между розеткой спринклера и конструкцией, под которой он устанавливается, принимается не менее 0,08 м.

При сгораемых односкатных и двухскатных перекрытиях расстояние по горизонтали от спринклеров до стен и конька должно быть не более 0,8 м, а при несгораемых и трудносгораемых перекрытиях — не более 1,5 м.

В помещениях повышенной пожарной опасности расстояние между спринклерами принимается не более 3 м, между спринклерами и несгораемыми стенами и перегородками — не более 1,5 м, между спринклерами и сгораемыми и трудносгораемыми стенами и перегородками — не более 1 м.

Во всех остальных менее пожароопасных помещениях расстояние между спринклерами принимается не более 4 м, между спринклерами и несгораемыми стенами и перегородками — не более 2 м, между спринклерами и сгораемыми и трудносгораемыми стенами и перегородками — не более 1,2 м.

Рекомендуется применять самостоятельные системы с водонапорным баком или пневматической установкой, предназначенными только для создания давления и сохранения необходимого количества воды для спринклерной системы.

Дренчерные системы бывают неавтоматического (ручного) и автоматического действия. Для дренчерных систем должно быть два водопитателя: автоматически действующий, предназначенный для тушения пожара в первые 10 мин, и основной для тушения пожара в последующие 60 мин.

В зависимости от степени пожарной опасности защищаемых объектов применяют следующие системы:

1) заливные — в помещениях взрывоопасных производств;

2) сухотрубные — в помещениях невзрывоопасных производств.

В заливных системах дренчеры устанавливают розетками вверх, а в сухотрубных — вверх или вниз. Каждая секция или завеса обслуживается отдельными клапанами группового действия, задвижкой или вентилем управления.

Площадь пола, защищаемая одним дренчером, 9 м. Расстояние между дренчерами 3 м, между дренчерами и стенами или перегородками 1,5 м. Расстояние между дренчерами, орошаемыми вертикальные плоскости или предназначенными для создания водяных завес, определяется из условия расхода воды 0,5 л/с на 1 м ширины орошаемой плоскости или проема.

Дренчеры применяют лопаточные с выходным отверстием диаметром 12 мм (в диафрагме) или розеточные (для создания водяной завесы) с выходным отверстием диаметрами 10, 12 и 16 мм.

Автоматическое включение дренчерных установок обеспечивается одним из следующих побудительных устройств:

а) при наличии клапанов группового действия — побудительным трубопроводом с тросовой системой, имеющей легкоплавкие замки, а также гидравлической и пневматической системами;

б) при наличии задвижек и вентилей с электроприводом — электрическими системами с электрическими датчиками.

Все побудители (спринклеры, легкоплавкие замки и электрические датчики) необходимо устанавливать на расстоянии не более 0,4 м от перекрытия. Расстояние (по горизонтали) между легкоплавкими замками побудительной тросовой системы не должно превышать во взрывоопасных производствах 2,5 м, а в невзрывоопасных 3 м.

Не допускается установка запорной арматуры и фланцевых соединений на питательных и распределительных трубопроводах.

Принимаются следующие расстояния между опорами (подвесками) трубопроводов:

Условный проход трубопровода, мм	15	20	25	32	40	50	70	80	100	125	150
Максимальное расстояние между креплениями трубопровода, м	2,5		3	3,5	4	4,5	5	6	6	7	8

Расход воды на противопожарную защиту зданий принимают по специальным нормам. Расход воды на 1 м² площади пола защищаемого помещения должен быть не менее 0,1 л/с.

Для зданий и помещений, в которых основным сгораемым материалом являются каучук, резинотехнические изделия, кинопленки на нитрооснове, целлулоид и изделия из него и другие аналогичные материалы, расход воды следует принимать не менее 0,3 л/с на 1 м² площади пола.

При определении диаметров трубопроводов рекомендуется принимать следующую скорость движения воды в них: в подводящих и питательных трубопроводах не более 3 м/с и в распределительных трубопроводах не более 10 м/с. Гидравлический расчет спринклер-

ных установок производится на два случая питания сети: от автоматического и основного водопитателя.

Гидравлический расчет дренчерных установок производится исходя из условия одновременного действия всех дренчеров расчетной секции или завесы при работе как от автоматического, так и от основного водопитателя.

Расчетный расход воды (л/с) через спринклер или дренчер определяют по формуле

$$Q^2 = B_и H, \qquad (26.2)$$

где $B_и$ — характеристика истечения оросителя (спринклера, дренчера), $л^2/(с^2 \cdot м)$; принимается по табл. 26.4 в зависимости от диаметра выходного отверстия спринклера или дренчера;

H — свободный напор у спринклера или дренчера, м вод. ст.

ТАБЛИЦА 26.4

ЗНАЧЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ $B_и$

Оросители	Диаметр отверстия истечения, мм	Значения $B_и$, $л^2/(с^2 \cdot м)$
Спринклер	16	0,391
	12	0,122
	10	0,059
Дренчер розеточный	16	0,391
	12	0,122
	10	0,059
» лопаточный .	12	0,122

Характеристика $B_и$ определена при коэффициенте расхода 0,7.

Свободный напор у наиболее удаленного и высокорасположенного спринклера или дренчера следует принимать не менее 5 м вод. ст.

Потери напора $H_к$ в контрольно-сигнальных клапанах и клапанах группового действия определяют по формулам, приведенным в табл. 26.5.

ТАБЛИЦА 26.5

ФОРМУЛЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТЕРЬ НАПОРА В КОНТРОЛЬНО-СИГНАЛЬНЫХ КЛАПАНАХ И КЛАПАНАХ ГРУППОВОГО ДЕЙСТВИЯ

Контрольно-сигнальные клапаны	Марка клапана	Диаметр клапана, мм	Формулы
Водяной	ВС-100	100	$H_к = 0{,}00302\ Q^2$
	ВС-150	150	$H_к = 0{,}000869\ Q^2$
Воздушно-водяной	ВВ-100	100	$H_к = 0{,}00726\ Q^2$
	ВВ-150	150	$H_к = 0{,}00208\ Q^2$
Воздушный . .	В-150	150	$H_к = 0{,}0016\ Q^2$
Группового действия	ГД-65	65	$H_к = 0{,}048\ Q^2$
	ГД-100	100	$H_к = 0{,}00634\ Q^2$
	ГД-150	150	$H_к = 0{,}0014\ Q^2$

Примечание. Q — расход воды через клапан, л/с; $H_к$ — потери напора в клапане, м вод. ст.

В качестве источника для бесперебойного водоснабжения могут быть использованы: а) промышленные и городские системы водопровода; б) естественные и искусственные водоемы; в) артезианские скважины.

При маломощных источниках предусматривают запасные резервуары для хранения неприкосновенного запаса воды с учетом расхода на спринклерные и дренчерные установки в течение 1 ч.

Для работы установки необходимо предусматривать автоматические и основные водопитатели. При одном водопитателе, включающемся автоматически, следует иметь устройства для подачи воды в спринклерные и дренчерные сети передвижными пожарными насосами.

В качестве автоматического водопитателя спринклерных и дренчерных установок можно принимать водонапорные баки, пневматические установки, хозяйственно-противопожарные или производственные водопроводы, обеспечивающие требуемые расходы воды и постоянный напор в сетях до включения основного водопитателя. Водонапорные и воздушно-водяные баки пневматических установок при ручном включении насосов должны содержать неприкосновенный запас воды для работы спринклерных или дренчерных установок (до включения насоса) в течение 10 мин. Для спринклерных установок в течение 10 мин должен обеспечиваться расход воды 10 л/с, для дренчерных — расход, обеспечивающий одновременную работу всех дренчеров расчетной секции.

При автоматическом включении насосов, обслуживающих спринклерные и дренчерные установки, запас воды в воздушно-водяных баках пневматических установок и водонапорных баках надлежит принимать равным 1,5 м³ при расчетном расходе воды на внутреннее пожаротушение до 35 л/с и 3 м³ при расчетном расходе воды более 35 л/с. При сухотрубных установках расчетный запас воды увеличивается на величину емкости трубопровода максимальной по объему секции. При включении основного водопитателя водонапорные баки и пневматические установки автоматически отключаются. Основной водопитатель должен обеспечить работу спринклерных и дренчерных установок в течение 1 ч при подаче расчетного расхода воды ко всем водопотребителям.

Схема автоматического электроуправления предусматривает автоматический запуск рабочего насоса, автоматический запуск резервного насоса, автоматическое переключение электропитания цепей управления с рабочего фидера на резервный (если предусмотрено проектом).

Включение и выключение насосов может быть местное из помещения насосной и дистанционное из помещения пожарного поста.

В качестве побудителей для автоматического запуска насосов используют реле давления, реле уровня, электроконтактные манометры, электроводяные сигналы, тепловые, дымовые и другие извещатели пожарной сигнализации.

При установке компрессора для наполнения сжатым воздухом пневматических баков запуск его производится только вручную из помещения, где размещены пневматические баки.

У задвижек с электродвигателями необходимо предусматривать световую сигнализацию трех положений задвижек: «открыто», «закрыто», «включена муфта». В помещении пожарной охраны объекта должна быть предусмотрена сигнализация следующих видов: а) световая, извещающая о наличии напряжения на рабочем и резервном фидерах; б) звуковая, свидетельствующая об отсутствии напряжения на рабочем фидере (при исчезновении напряжения на резервном фидере гаснет лампа); в) световая и звуковая, свидетельствующие о включении насосов; г) световая и звуковая, извещающие о начале работы спринклерной (дренчерной) установки.

Б. ПОЖАРОТУШЕНИЕ ВЫСОКОКРАТНОЙ ПЕНОЙ

Для тушения пожаров в резервуарных парках на складах I и II категории предусматривают следующие системы пожаротушения:

а) стационарные — при наземных резервуарах емкостью каждого 5000 м³ и более;

б) передвижные — при наземных резервуарах емкостью менее 5000 м³ и при подземных резервуарах любой емкости.

Примечания: 1. Стационарная система пожаротушения состоит из насосов, резервуаров для приготовления растворов, трубопроводов для подачи растворов к резервуарам и другим объектам склада и пеногенераторов.

2. К передвижным относятся системы пожаротушения, в которых все оборудование и материалы для подачи пены доставляются к месту пожара.

3. Для тушения пожаров на складах нефти и нефтепродуктов следует применять воздушно-механическую пену высокой кратности. Средства и методы пожаротушения других легковоспламеняющихся или горючих жидкостей выбирают в каждом отдельном случае в зависимости от свойств этих жидкостей.

4. Для резервуаров со стационарными крышами и потолками дополнительно предусматривается охлаждение передвижными средствами от гидрантов, установленных на трубопроводах стационарной системы пожаротушения.

На складах III категории допускается подача воды на охлаждение резервуаров с нефтью и нефтепродуктами и на тушение пожаров мотопомпами или автонасосами из противопожарных водоемов или резервуаров. Должно быть не менее двух водоемов или резервуаров; емкость каждого из них определяется расчетом, но должна быть не менее 100 м³. Водоемы и резервуары размещают на расстоянии не более 200 м от обслуживаемых объектов при тушении пожаров автонасосами и не менее 150 м — мотопомпами.

При расположении резервуарных парков на расстоянии менее 200 м от естественных водоемов и при возможности устройства к ним подъездов и площадок для пожарных автомобилей или мотопомп противопожарные резервуары не устраивают: в зданиях разливочных, расфасовочных и раздаточных, продуктовых насосных, зданиях для хранения нефтепродуктов в таре и др. при экономической целесообразности принимается такая же система пожаротушения, как и для резервуарного парка данного склада.

При стационарной системе тушения пожаров в резервуарном парке вдоль железнодорожных и автомобильных сливо-наливных устройств, а также к речным и морским причалам прокладывают трубопроводы для подачи раствора на тушение пожаров с помощью передвижных пеногенераторов.

За расчетный расход воды принимается один из наибольших расходов на пожаротушение отдельных объектов.

СПКБ противопожарной автоматики Всесоюзного объединения Союзспецавтоматика разработаны новые системы автоматического пожаротушения высокократной пеной.

Система В-275 предназначена для защиты отдельных наиболее пожароопасных участков производственных и складских помещений в различных отраслях промышленности (трансформаторные камеры, реакторы, помещения топливных насосов, масляные закалочные ванны, испытательные стенды двигателей внутреннего сгорания, покрасочные и сушильные камеры и т. п.), в которой в качестве огнегасящего состава применяется высокократная пена.

Основные технические данные системы: объем подаваемой пены за время тушения (с учетом коэффициента разрушения пены 3,5) 50, 100 и 200 м³; расчетное давление 3 кгс/см²; площадь орошения 28 м²; оросители — пеногенераторы типа ГМС-2000.

Воду на пенообразование рекомендуется использовать из производственного водопровода.

Глава 27. НОРМАТИВНЫЕ ДАННЫЕ

27.1. Нормы водопотребления, коэффициенты неравномерности и расходы воды

Расходы воды на хозяйственно-питьевые нужды в производственных зданиях промышленных предприятий приведены в табл. 27.1.

ТАБЛИЦА 27.1

НОРМЫ РАСХОДА ВОДЫ И КОЭФФИЦИЕНТЫ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ

Цехи	Норма расхода воды на 1 чел. в смену, л	Коэффициент часовой неравномерности
Со значительными тепловыделениями [более 20 ккал/(м³·ч)]	45	2,5
Прочие	25	3

Примечания: 1. Нормы водопотребления не включают расход воды на полив территории предприятия, пользование душами и в столовых.

2. Нормы расхода воды на 1 душевую сетку принимают из расчета 500 л за 45 мин.

Нормы расхода воды в гаражах на мытье одной автомашины принимаются: при ручном мытье из шланга на одну легковую автомашину 500—700 л, на грузовую 700—1000 л; при механизированном мытье на одну легковую 1000—1500 л, на грузовую 1500—2000 л. Расчетный расход воды на каждое моечное место в гараже принимается равным 1 л/с.

Расходы воды на полив территории приведены в табл. 27.2.

ТАБЛИЦА 27.2

НОРМЫ РАСХОДА ВОДЫ НА ПОЛИВ ТЕРРИТОРИИ

Характеристика поливаемой территории	Расход воды на 1 полив, л/м²
Усовершенствованные покрытия заводских проездов и площадей:	
при механизированном поливе	0,3—0,4
» ручном поливе (из шлангов)	0,4—0,5
Зеленые насаждения	3—4
Газоны и цветники	4—6

Примечание. Количество поливов зависит от местных климатических условий.

Нормы расхода воды в сутки максимального водопотребления и коэффициенты часовой неравномерности водопотребления на хозяйственно-питьевые нужды для жилых и общественных зданий принимаются в зависимости от назначения зданий, степени благоустройства, климатических и других местных условий по табл. 27.3.

Нормы расхода воды на отдельные процедуры в жилых, общественных, производственных и вспомогательных зданиях приведены в табл. 27.4.

ТАБЛИЦА 27.3

НОРМЫ РАСХОДА ВОДЫ И КОЭФФИЦИЕНТЫ ЧАСОВОЙ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ ДЛЯ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

Потребитель	Единица потребления	Норма расхода воды в сутки максимального водопотребления	Коэффициент часовой неравномерности водопотребления
Жилые дома квартирного типа с водопроводом и канализацией:			
а) без ванн	1 житель	80—110	1,5—1,4
б) без ванн с газоснабжением	то же	100—125	1,4—1,35
в) с ваннами и водонагревателями, работающими на твердом топливе	»	120—150	1,35—1,3
г) с ваннами и газовыми водонагревателями	»	150—200	1,3—1,25
д) с ваннами и быстродействующими газовыми водонагревателями с многоточечным водоразбором	»	200—250	1,3—1,25
е) с ваннами и централизованным горячим водоснабжением	»	250—300	1,25—1,2
Общежития:			
а) без душевых	»	50—75	2,5
б) с душевыми	»	75—100	2,5
в) с душевыми, столовыми, прачечными	»	100—120	2
Гостиницы и пансионаты:			
а) с общими ваннами	»	100—120	2,5
б) с ваннами в отдельных номерах, составляющих до 25% общего количества номеров	»	200—250	2,5
в) то же, 75%	»	250—350	2
г) с ваннами во всех номерах	»	300—400	2
Больницы, санатории общего типа и дома отдыха (с общими ваннами и душевыми)	1 койка	250—300	2,5
Санатории и дома отдыха с ваннами во всех жилых комнатах	то же	300—400	1,6
Больницы и санатории с грязелечебницами	»	500	1,5
Поликлиники и амбулатории	1 больной	15	2,5
То же, с грязеводолечением	1 кафедра в 1 ч	3000	1
Прачечные:			
а) немеханизированные	1 кг сухого белья	40	1
б) механизированные	то же	60—90	1
Бани (без плавательных бассейнов)	1 посетитель	125—180	1
Предприятия общественного питания:			
а) приготовляющие пищу, потребляемую на предприятии	1 блюдо	12	1,5
б) то же, продаваемую на дом	то же	10	1,5
Плавательные бассейны:			
а) пополнение бассейна	% объема бассейна	10	1
б) для спортсменов (с учетом приема душа)	1 человек	100	2
в) для зрителей	1 место	3	2
Детские ясли-сады с пребыванием детей:			
а) дневным	1 ребенок	75	3
б) круглосуточным	то же	100	3
Административные здания	1 работающий	10—15	2
Кинотеатры	1 место	3—5	2
Клубы	1 место и 1 посетитель	10	1,5
Театры:			
а) для зрителей	1 место	10	2
б) для артистов	1 артист	40	2
Учебные заведения и общеобразовательные школы	1 учащийся и преподаватель	15—20	2
Стадионы и спортзалы — для физкультурников (с учетом приема душа)	1 физкультурник, 1 место	3	2
Полив территории:			
а) спортивных площадок для игр и других открытых спортивных сооружений, зеленых насаждений и дорожек	1 м²	1,5	2
б) травяного покрова футбольного поля	то же	3	2
в) поверхности катка	»	0,5	—
г) усовершенствованных покрытий тротуаров, площадей, заводских проездов (полив из шланга)	»	0,4—0,5	—
д) зеленых насаждений, газонов и цветников	»	3—6	—
Школы-интернаты	1 место	200—220	1
Пионерские лагеря	то же	200—250	2,5
Обслуживающий персонал общественных зданий	1 человек в смену	25	2,5

Примечания: 1. Норма водопотребления на 1 койку в больницах, санаториях и домах отдыха и на 1 место в пионерских лагерях и школах-интернатах дана с учетом расхода воды столовой и прачечной.

2. Норма водопотребления на 1 работающего в административном здании включает расход воды на посетителей; расход воды на столовую следует учитывать дополнительно.

3. Расход воды на охлаждение агрегатов холодильных установок и кондиционирование воздуха в приведенные нормы водопотребления не включен и должен учитываться отдельно.

4. Норма водопотребления 400 л принимается для зданий высотой более 10 этажей с повышенными требованиями к их благоустройству.

5. При непосредственном разборе горячей воды из теплосети, а также от квартальных или районных котельных расчетный расход холодной воды в здании при расчете трубопровода должен определяться с коэффициентом 0,7.

6. В таблице дана норма на 1 полив; количество поливов в сутки принимают в зависимости от климатических условий.

ТАБЛИЦА 27.4

НОРМЫ РАСХОДА ВОДЫ НА 1 ПРОЦЕДУРУ ИЛИ 1 ПРИБОР

Санитарные приборы	Единица измерения	Норма водопотребления, л
Жилые здания		
Ванна сидячая длиной 1200 мм с душем	1 процедура	250
Ванна с душем длиной, мм:		
1500—1550	то же	275
1650—1700	»	300
Ванна без душа	»	200
Душ с душевым поддоном:		
глубоким	»	230
мелким	»	100—120
Умывальник	»	3—5
Смыв унитаза	»	6—8
Мойка кухонная	»	8—10
Общественные здания		
Бани типов:		
русского	1 посетитель	125—180
комбинированного	то же	250—300
Кабины:		
ванные	»	500
душевые	»	400
Водоразборная колонка в мыльне	1 ч	1000—1500
Ванна без душа в мыльне (или душевой)	то же	600
Душевая сетка в мыльне	»	800
Ножная ванна	»	200
Мытье полов мылен, душевых, парильных и дезинфекционных камер	1 м²	3—5
Умывальники:		
в парикмахерской	1 ч	10
» раздевальне или уборной	то же	100
в кабинете врача	»	30—40
в аптеке	1 сутки	60
Мойка в магазине	1 ч	120
Унитаз:		
в уборных общественного пользования	1 сутки	600
в вокзальных уборных	то же	1000
Ванна:		
обычная в водолечебнице	1 ч	900
субаквальная	то же	700
с подводным массажем	»	3000
контрастная	»	800
Душ для смыва лечебной грязи	»	200
Водоразборный кран или мойка в столовых, кафе, чайных, кондитерских, буфетах	»	250
Производственные и вспомогательные здания		
Индивидуальный душ в бытовых помещениях	1 процедура	40—60
Душевая сетка в групповых душевых	45 мин	500

ТАБЛИЦА 27.5

РАСЧЕТНЫЕ РАСХОДЫ ВОДЫ САНИТАРНЫМИ ПРИБОРАМИ, ДИАМЕТРЫ ПОДВОДОК К ПРИБОРАМ И ЗНАЧЕНИЯ ЭКВИВАЛЕНТОВ

Приборы и арматура	Эквивалент	Расход воды, л/с	Диаметр условного прохода труб, мм
Кран:			
раковины	1	0,2	10—15
умывальника	0,33	0,07	10—15
писсуара настенного	0,17	0,035	10—15
мойки	1—1,5	0,2—0,3	15—20
смывной унитаза	6—7	1,2—1,4	25—32
Смывной бачок	0,5	0,1	10—15
Смеситель ванны:			
с водоподогревателем, работающим на твердом топливе	1	0,2	15
с газовым водонагревателем	1	0,2	15
с централизованным горячим водоснабжением	1,5	0,3	15
Бидэ, гигиенический душ	0,35	0,07	10—15
Душ:			
в групповых установках	1	0,2	15
проходной ножной в бассейнах	1	0,2	15
в квартирах	0,67	0,14	15
Питьевой фонтанчик	0,17	0,035	10—15
Кран:			
лабораторной раковины	0,5	0,1	15
лабораторной мойки	1	0,2	15
поливочный	1,5—2,5	0,3—0,5	20—25
лабораторный для водоструйного насоса	0,7	0,15	15
водоразборной колонки в мыльне	0,2	0,4	20
Ванна ножная	0,6	0,12	10—15

Примечание. До освоения промышленностью водоразборной и смесительной арматуры $D=10$ мм, а также стальных оцинкованных труб $D=10$ мм допускается применение подводок к приборам $D=15$ мм.

ТАБЛИЦА 27.6

НОРМЫ РАСХОДА ВОДЫ И ЧИСЛО СТРУЙ НА ВНУТРЕННЕЕ ПОЖАРОТУШЕНИЕ

Здания	Число струй	Расход воды, л/с
Административные здания высотой 6—12 этажей и объемом до 25 000 $м^3$ включительно	1	2,5
То же, объемом более 25 000 $м^3$	2	2,5
Гостиницы и общежития высотой 4 этажа и более объемом до 25 000 $м^3$ включительно	1	2,5
То же, объемом более 25 000 $м^3$	2	2,5
Больницы и другие лечебно-профилактические учреждения, детские ясли-сады, детские дома, Дома ребен-	1	2,5

Продолжение табл. 27.6

Здания	Число струй	Расход воды, л/с
Дома пионеров, спальные корпуса пионерских лагерей, спальные помещения школ-интернатов, магазины, вокзалы, предприятия общественного питания и бытового обслуживания, ломбарды объемом 5000—25000 $м^3$ включительно		
То же, объемом более 25 000 $м^3$	2	2,5
Санатории, пансионаты, дома отдыха, мотели, музеи, библиотеки, здания постоянных выставок, здания конструкторских и проектных организаций объемом 7500—25 000 $м^3$ включительно	1	2,5
То же, объемом более 25 000 $м^3$	2	2,5
Помещения общим строительным объемом 5000—25000 $м^3$, расположенные под трибунами на стадионах, и спортивные залы объемом до 25 000 $м^3$ включительно	1	2,5
То же, объемом более 25 000 $м^3$	2	2,5
Вспомогательные здания промышленных предприятий объемом до 25 000 $м^3$ включительно	1	2,5
То же, объемом более 25 000 $м^3$	2	2,5
Актовые и конференц-залы, оборудованные стационарной киноаппаратурой, вместимостью 200—700 мест	1	2,5
То же, вместимостью более 700 мест	2	2,5
Жилые здания высотой 12—16 этажей включительно	2	2,5
Театры, кинотеатры круглогодичного действия, клубы, дома культуры, цирки, концертные залы, научно-исследовательские институты	По соответствующим главам СНиП	
Производственные здания, гаражи высотой до 50 *м* и здания складов объемом 5000 $м^3$ и более при хранении в них сгораемых материалов и несгораемых материалов в сгораемой упаковке	2	2,5
Котельные и тепловые электростанции	По соответствующим главам СНиП	
Жилые здания высотой:		
17—25 этажей	3	5
более 25 этажей	6	5
Административные здания высотой более 50 *м* и объемом:		
до 50 000 $м^3$	4	5
более 50 000 $м^3$	8	5
Гостиницы, пансионаты, санатории и дома отдыха высотой более 50 *м*	8	5
Вспомогательные здания промышленных предприятий и производственные здания высотой более 50 *м*	8	5

Примечания: 1. Для обеспечения шести и более расчетных противопожарных струй допускается использовать пожарные краны на двух смежных стояках.

В зданиях с зонным водоснабжением пожарные краны должны находиться под напором баков или хозяйственных насосов, обеспечивающих получение в любое время суток двух компактных струй производительностью 2,5 л/с каждая, длиной не менее 6 м в течение 10 мин.

2. В актовых залах школ на 200—700 мест устройство противопожарного водопровода обязательно только в том случае, когда в качестве отделочных, акустических и других конструкций применяются сгораемые материалы без огнезащитной обработки. При этом следует принимать одну струю с расходом воды 2,5 л/с.

3. Внутренние сети противопожарного водопробода каждой зоны здания высотой 17 этажей и более должны иметь два выведенных наружу патрубка диаметром 77 мм для присоединения рукавов пожарных автомашин.

Расчетные секундные расходы воды санитарными приборами, диаметры подводок к ним, а также значения эквивалентов принимают по табл. 27.5.

Нормы расхода воды на производственные нужды (технологические процессы, охлаждение и мытье оборудования, мытье и поливку полов и т. д.) и коэффициенты неравномерности водопотребления следует принимать в соответствии с технологическим заданием и с учетом указаний по строительному проектированию отдельных отраслей промышленности.

Нормы расхода воды на внутреннее пожаротушение приведены в табл. 27.6.

27.2. Свободные напоры

В хозяйственно-питьевых водопроводах необходимо постоянно поддерживать давление, достаточное для создания требуемого свободного напора в точках водоразбора (табл. 27.7). Максимальное давление в сети

ТАБЛИЦА 27.7

НЕОБХОДИМЫЕ (МИНИМАЛЬНЫЕ) СВОБОДНЫЕ НАПОРЫ

Водопотребители	Минимальный свободный напор, м
Водоразборные краны у раковин и моек, банные, туалетные, писсуарные краны, смывные бачки унитазов, душевые сетки, питьевые фонтанчики без регулятора расхода	2
Водоразборные краны со струевыпрямителями, краны лабораторные, краны-смесители и моек, смесители восходящих душей (бидэ)	3
Водонагреватели (колонки) для газового и твердого топлива	4
Регулируемые душевые сетки и смесители для ванн с душевыми сетками	4
Смывные краны:	
унитазов	5—7
писсуаров (при автоматической промывке)	5
Питьевые фонтанчики с регуляторами давления	5—7
Поливочные краны	10
Лабораторные краны для водоструйных насосов	25/30
Водолечебные кафедры	10

Примечания: 1. Свободный напор у смывных бачков унитазов в верхних этажах в отдельных случаях может снижаться до 1 м.

2. Свободный напор у водоподогревателей и регулируемых душевых сеток принимается на уровне установки индивидуальных смесителей.

3. В зданиях клубов и театров высота и производительность струи пожарных кранов, расположенных на планшетах сцены колосникового тила, определяются расчетом.

4. В зданиях, где постоянный напор в наружной сети недостаточен для действия высокорасположенных пожарных кранов, для повышения напоров устанавливают пожарные насосы с дистанционным пуском от этих кранов или с автоматическим пуском.

ТАБЛИЦА 27.8

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ПОЖАРНОЙ СТРУИ q И НАПОР У ПОЖАРНЫХ КРАНОВ $h_к$ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДИАМЕТРА СПРЫСКОВ И РАДИУСА ДЕЙСТВИЯ КОМПАКТНОЙ ЧАСТИ СТРУИ

Высота компактной части струи, м	Диаметр спрыска наконечника пожарного ствола, мм							
	13		16		19		22	
	q, л/с	$h_к$, м	q, л/с	$h_к$, м	q, л/с	$h_к$, м	q, л/с	$h_к$, м
Пожарные краны d=50 мм								
6	—	—	2,6	9,2/10	3,4	8,8/10,4	—	—
8	—	—	2,9	12/13	4,1	12,9/14,8	—	—
10	—	—	3,3	15,1/16,4	4,6	16/18,5	—	—
12	2,6	20,2/21	3,7	19,2/21	5,2	20,6/24	—	—
14	2,8	23,6/24,5	4,2	24,8/26,3	5,7	24,5/28,5	—	—
16	3,2	31,6/32,8	4,6	29,3/31,8	—	—	—	—
18	3,6	39/40,6	5,1	36/40	—	—	—	—
20	4	47,7/49,7	5,6	44/48	—	—	—	—
Пожарные краны d=65 мм								
6	—	—	2,6	8,8/9	3,4	7,8/8,3	4,5	7,8/8,6
8	—	—	2,9	11/11,4	4,1	11,4/12,1	5,4	11,3/12,4
10	—	—	3,3	14/14,6	4,6	14,3/15,1	6,1	14,4/15,8
12	2,6	19,8/20,2	3,7	18/18,6	5,2	18,2/19,9	6,8	18/19,8
14	2,8	23/23,3	4,2	23/23,5	5,7	21,8/23	7,4	21,4/23,5
16	3,2	31/31,5	4,6	27,6/28,4	6,3	26,6/28	8,3	27/29,7
18	3,6	38/38,5	5,1	33,8/34,6	7	32,9/34,8	9	31,7/34,8
20	4	46,4/47	5,6	41,2/42,4	7,5	37,2/39,7	9,7	36,7/40,6

Примечание. Напоры у пожарных кранов определены с учетом сопротивления в непрорезиненных рукавах; в числителе даны значения $h_к$ для рукавов длиной 10 м, в знаменателе — 20 м.

у кранов и санитарных приборов не должно превышать 60 м, а у пожарных кранов — 90 м. При давлении в наружной сети более 60 м следует устанавливать уравнительные баки или регуляторы давления воды, а в многоэтажных зданиях применять зонирование сети.

Необходимые постоянные свободные напоры у производственных агрегатов и систем вентиляции и кондиционирования воздуха принимают в соответствии с требованиями технологии. Рекомендуется создавать постоянный свободный напор у производственных агрегатов не менее 5 м.

Постоянный свободный напор у внутренних пожарных кранов должен обеспечивать получение компактных пожарных струй требуемой высоты для тушения пожара самой высокой и удаленной части сгораемых или трудносгораемых конструкций. При несгораемой конструкции помещения напор должен обеспечивать тушение пожара самой высокой и удаленной части сгораемого оборудования, материалов и изделий. Высота компактной пожарной струи должна быть не менее 6 м.

Примечания: 1. Напоры у спрысков необходимо определять с учетом потерь напора в непрорезиненных рукавах длиной 10 или 20 м при диаметрах спрысков 13, 16, 19 и 22 мм.

2. Для получения пожарных струй производительностью до 4 л/с следует применять пожарные рукава и краны диаметром 50 мм, а для струй большей производительности — диаметром 65 мм.

3. В зданиях клубов и театров высота и производительность струи пожарных кранов, расположенных на планшетах сцены колосникового типа, определяются расчетом.

4. В зданиях, где постоянный напор в наружной сети недостаточен для действия высокорасположенных пожарных кранов, для повышения напоров устанавливают пожарные насосы с дистанционным пуском от этих кранов или с автоматическим пуском.

Высоту или длину компактной пожарной струи (радиус действия ее компактной части) для полива пола определяют по формуле

$$S_к = R - l, \qquad (27.1)$$

где R — радиус полива, м;

l — длина пожарного рукава, м.

Высоту компактной пожарной струи для полива перекрытия определяют по формуле

$$S_к = \sqrt{(H - h_0)^2 + l_1^2}, \qquad (27.2)$$

где H — высота помещения или здания, м;

h_0 — высота расположения пожарного крана, м;

l_1 — расстояние (по горизонтали) от спрыска, м.

Расчетная производительность пожарной струи принимается в зависимости от необходимого радиуса действия компактной части пожарной струи и диаметра спрыска (табл. 27.8).

Потери напора, м, в пожарных непрорезиненных рукавах определяют по формуле

$$h = k_р q^2 l,$$

где q — производительность пожарной струи, л/с;

$k_р$ — коэффициент сопротивления в рукавах (удельное сопротивление 1 м);

l — длина рукава, м.

Для рукавов диаметром 50 мм $k_р$=0,012, диаметром 65 мм $k_р$=0,00385.

Глава 28. ВОДОПРОВОДНЫЕ СЕТИ

28.1. Особенности прокладки сетей

Внутри производственных зданий, как правило, предусматривается открытая прокладка магистральных и разводящих сетей водопровода по фермам, колоннам,

стенам и под перекрытиями. Если открытую прокладку применить невозможно, допускается размещение водопроводных сетей в общих каналах с другими трубопроводами, кроме транспортирующих легковоспламеняющиеся, горючие или ядовитые жидкости и газы. Совместная прокладка хозяйственно-питьевых водопроводов с канализационными трубопроводами допускается только в проходных каналах. Специальные каналы для прокладки водопроводов применяют в исключительных случаях при соответствующем обосновании. Трубопроводы, подводящие воду к технологическому оборудованию, отдаленному от стен и колонн, можно прокладывать в полу или под полом.

Прокладка трубопроводов по фермам производственных зданий применяется в том случае, если мостовые краны не создают препятствия, а водопровод не является противопожарным (при металлических фермах). При этом необходимо при статическом расчете ферм и других конструкций учитывать дополнительную нагрузку от трубопроводов при диаметре их более 80 мм.

В жилых и общественных зданиях разводящие сети внутреннего водопровода прокладывают в подвальных и технических этажах, технических подпольях и технических чердаках, а при отсутствии их — в подпольных каналах первого этажа с трубопроводами отопления и горячего водоснабжения или под полом, устраивая съемный фриз, а также по стенам в местах, допускающих открытую прокладку трубопроводов. Стояки можно прокладывать открыто по стенам и перегородкам уборных, умывальных, душевых, кухонь и других помещений. В помещениях, к отделке которых предъявляются повышенные требования, трубопроводы прокладывают скрыто (в бороздах, шахтах и др.).

Размеры борозд, а также отверстий в стенах и перегородках для пропуска труб даны в табл. 28.1.

ТАБЛИЦА 28.1

РАЗМЕРЫ ОТВЕРСТИЙ И БОРОЗД В СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ

Трубопроводы	Диаметр отверстий при открытой прокладке, см	Размеры борозд, см, при скрытой прокладке	
		ширина	глубина
Один водопроводный стояк диаметром до 50 мм	10×10	13	13
Два водопроводных стояка диаметром до 32 мм	15×10	20	13
Один водопроводный стояк и один канализационный стояк диаметром, мм:			
50	20×15	20	13
100	25×20	25	20
Два водопроводных стояка и один канализационный диаметром, мм:			
50	20×15	25	13
100	35×20	38	20
Подводка водопроводная	10×10	6	6

Примечания: 1. Для отверстий в перекрытиях первый размер означает длину (параллельную стене), а второй — ширину. Для отверстий в стенах первый размер означает ширину, а второй — высоту.

2. Отверстия в фундаментах зданий и сооружений для вводов должны иметь размер не менее 40×40 см.

3. В сборных строительных деталях отверстия и борозды выполняют на заводах-изготовителях.

28.2. Изоляция трубопроводов

В помещениях с температурой воздуха ниже 2° С предусматривают различные мероприятия по предохранению трубопроводов от замерзания (тепловую изоляцию, постоянный проток воды, прокладку совместно с горячими трубопроводами, применение греющего кабеля и др.).

При возможности кратковременного снижения температуры до 0° С и ниже, а также при прокладке труб в зоне влияния наружного холодного воздуха (вблизи наружных входных дверей и ворот) применяют тепловую изоляцию труб.

На противопожарных сухих водопроводах неотапливаемых зданий запорные и спускные устройства располагают в отапливаемых помещениях или колодцах.

Магистральные трубопроводы, разводящие участки сети и подводки к приборам прокладывают с уклоном 0,002—0,005 для возможности спуска воды из них. Уклон разводящих участков водопроводной сети принимают в сторону стояков или водоразборных точек.

Скрытую прокладку труб применяют: в подземных туннелях, когда невозможна открытая прокладка; в зданиях с повышенными требованиями к отделке (бытовых и конторских помещениях, обеденных залах, коридорах и др.).

Подземные туннели (проходные одно- или двухсекционные, полупроходные и непроходные каналы) применяют в производственных зданиях при большом количестве технологических и водопроводных труб (рис. 28.1). Трубопроводы в туннелях размещают в разных ярусах и рядах. Не рекомендуется совмещать в одной секции туннеля водопроводные трубы, паропроводы и высоковольтные кабели.

Для магистралей большого диаметра устраивают специальный туннель (рис. 28.2).

ТАБЛИЦА 28.2

РАЗМЕРЫ ТУННЕЛЕЙ ПО ТИПОВЫМ ПРОЕКТАМ СЕРИИ ИС-01-05

Размеры, мм, туннелей различных марок						
Т150-Т240		Т300-Т420		2Т240-2Т420		
A	*H*	*A*	*H*	*A*	*B*	*H*
1500 1800 2100 2400	2100	3000 3600 4200	2100	2400 3000 3600 4200	5200 6400 7600 8800	2400
2100 2400	2400	3000 3600 4200	2400	2400 3000 3600 4200	5200 6400 7600 8800	3000
		2400 3000 3600 4200	3000			

В прокатных цехах для прокладки водопроводных труб рекомендуется использовать туннели для смыва окалины.

Примечание. Прокладка водопроводных труб в вентиляционных и дымовых каналах не допускается.

Водопроводы в бороздах, каналах, бетонных блоках, шахтах, кабинах, туннелях при совместной прокладке с теплосетями, а также в помещениях с повышенной влажностью в необходимых случаях изолируют от конденсации влаги на их поверхности.

Для спуска труб и арматуры в туннеле предусматривают монтажные люки, от которых труба транспорти-

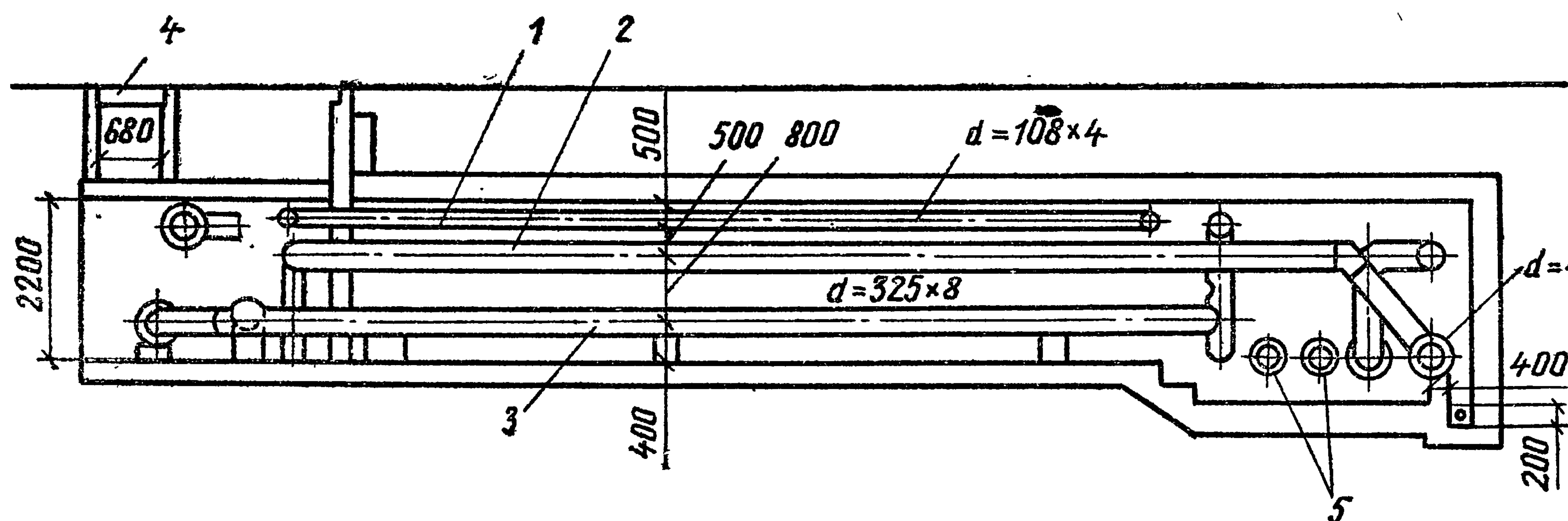


Рис. 28.1. Схема укладки в туннеле водопроводных и технологических трубопроводов

1 — хозяйственно-питьевой водопровод; *2* — производственный водопровод; *3* — водопровод повторно используемой воды; *4* — смотровой люк; *5* — технологические трубопроводы

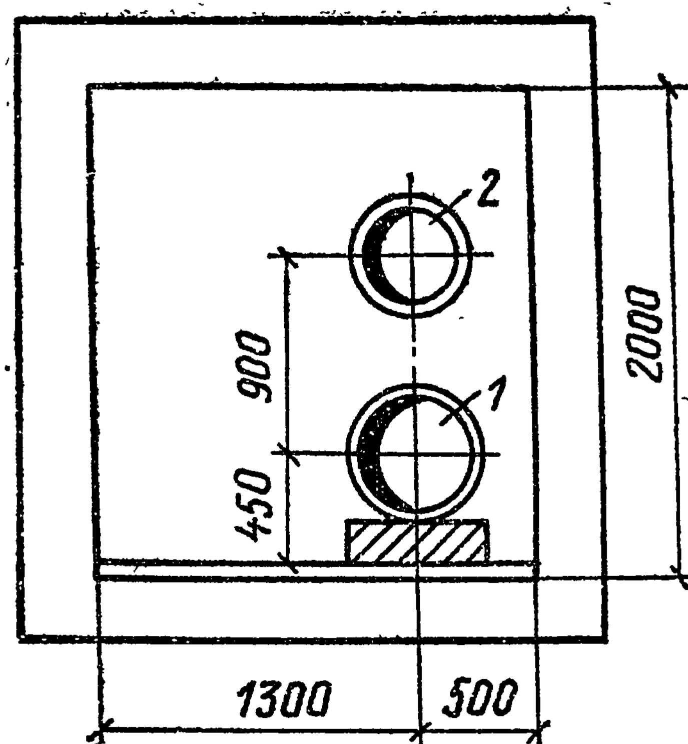


Рис. 28.2. Схема укладки в туннеле водопроводных труб большого диаметра

1 — противопожарный водопровод (d=599×9); *2* — водопровод повторного использования воды

руется к месту их укладки либо по монорельсу, прикрепляемому к перекрытию туннеля, либо на тележке. Основные размеры туннелей приведены в табл. 28.2.

Заглубление верха перекрытия принимается не менее 0,7 м и не более 2 м от поверхности грунта.

При прокладке в туннеле стальных трубопроводов длиной более 30 м необходимо проектировать мероприятия по компенсации возникающих напряжений. Для этого трубы укладывают на роликовые или скользящие опоры и на них устанавливают компенсаторы. Для эффективной работы компенсаторов трубопровод между ними должен быть закреплен неподвижными опорами — «мертвыми точками», которые рекомендуется предусматривать также в местах ответвлений труб от магистралей, проходящих вдоль туннеля.

ТАБЛИЦА 28.3

РАССТОЯНИЕ ОТ НАРУЖНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ТРУБ

Условный диаметр труб, мм	Расстояния, мм				
	до днища туннеля *c*	до стенки туннеля *a*	до перекрытия *e*	между трубопроводами (без прохода) *r*	между трубами или стенкой (проходы) *к*
300—400	500	500	600	500	800
500—600	500	500	600	500	800
700—800	600	600	600	600	1000—1250
1000—1200	700	700	700	700	1300—1600

Примечание. Размеры указаны для трубопроводов без теплоизоляции.

В табл. 28.3 приведены рекомендуемые расстояния от наружной поверхности труб до стенок, днища и перекрытия туннеля, а также между трубопроводами.

28.3. Вводы

Участок трубопровода от ввода до наружной сети укладывают с уклоном не менее 0,003 в сторону наружной сети.

При прохождении ввода под стеной (ленточные фундаменты, большая глубина заложения ввода) стояк трубопровода прокладывают (для предохранения от промерзания) на расстоянии от внутренней поверхности стены до наружного края борта раструба трубопровода не менее 0,2 м (рис. 28.3).

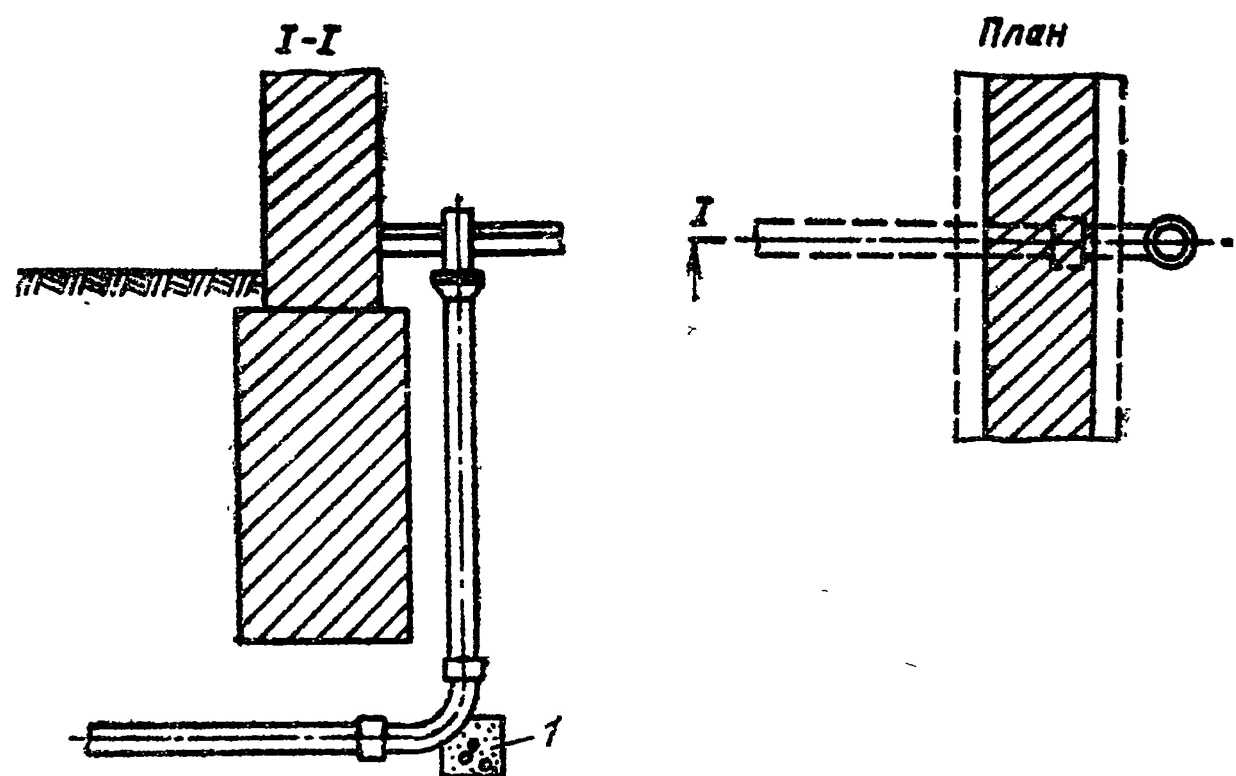


Рис. 28.3. Ввод водопровода при ленточном фундаменте

1 — бетонный или кирпичный упор

При пересечении ввода со стеной или фундаментом его необходимо предохранять от повреждения. Для этого оставляют зазор над трубой 0,1 м и заполняют водонепроницаемым эластичным материалом (мятой глиной).

В сухих грунтах при пересечении стен или фундаментов вводы рекомендуется прокладывать в футлярах из стальных труб (табл. 28.4) с последующей заделкой смоляной прядью и мятой глиной, а снаружи — цементным раствором (рис. 28.4).

Вводы в подвалы при влажных и мокрых грунтах прокладывают с применением ребристых патрубков, а при наличии грунтовых вод используют сальники (рис. 28.5 и 28.6). Размеры сальников приведены в табл. 28.4.

ТАБЛИЦА 28.4

ДИАМЕТР ФУТЛЯРОВ И САЛЬНИКОВ ДЛЯ ВВОДОВ

Материал трубы ввода	Диаметр, мм		
	ввода	футляра	сальника
. . . .	25	219	—
	40	245	—
	50	273	—
	75	299	—
	100	325	—
. . . .	50	273	89
	75	299	114
	100	325	152
	125	351	180
	150	377	194

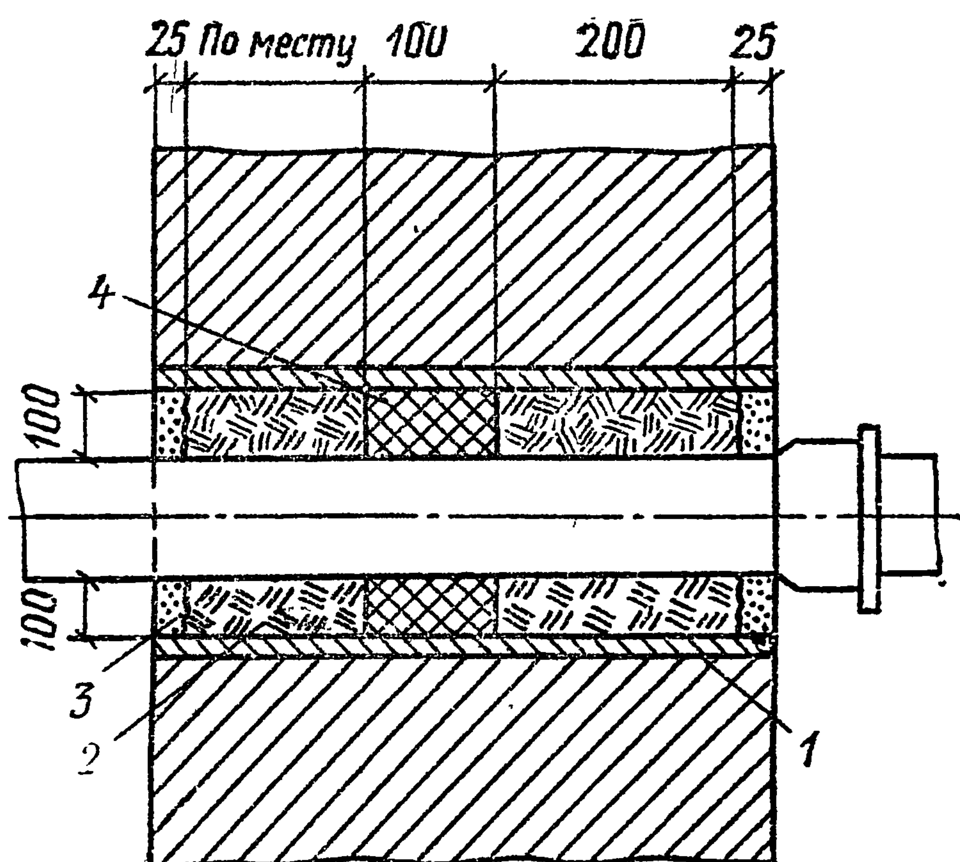


Рис. 28.4. Ввод водопровода через стену подвала в сухих грунтах

1 — футляр из стальной трубы; 2 — мятая глина; 3 — заделка цементным раствором; 4 — смоляная прядь

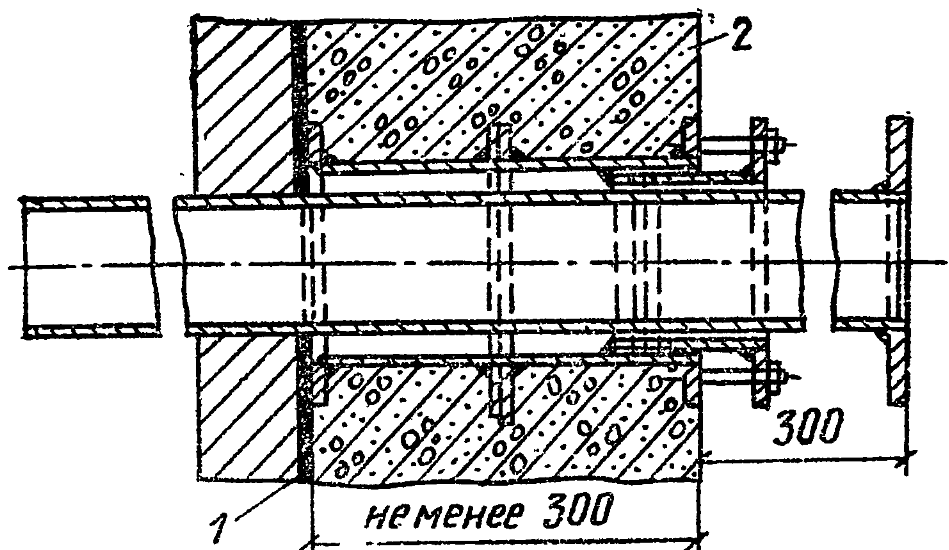


Рис. 28.5. Ввод водопровода с сальником через стену подвала при наличии грунтовых вод

1 — гидроизоляция; 2 — бутобетон

На поворотах трубопроводов в горизонтальной или вертикальной плоскости, стыки которых (раструбы, муфты) не выдерживают осевых усилий, устраивают упоры, рассчитанные на максимальное давление при испытании трубопровода.

На стальных трубопроводах упоры следует предусматривать при расположении угла поворота в колодце, закрепляя отвод в его стенке, и при поворотах в вертикальной плоскости на 30° и более.

При давлении в наружной сети более 5 кгс/см^2 в случае применения чугунных труб необходимо устраивать упоры на вводе у места подъема стояка.

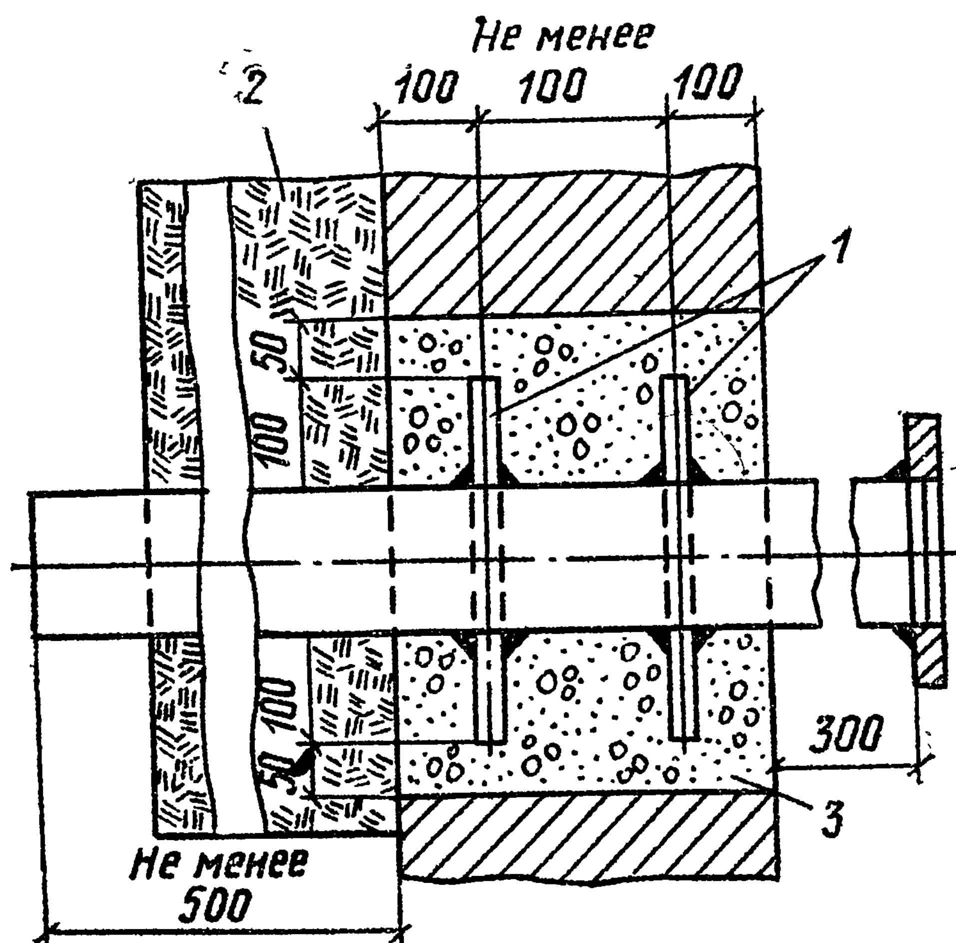


Рис. 28.6. Ввод водопровода с ребристым патрубком через стену подвала во влажных и мокрых грунтах

1 — ребра приварные; 2 — замок из мятой глины; 3 — заделка бетонным раствором

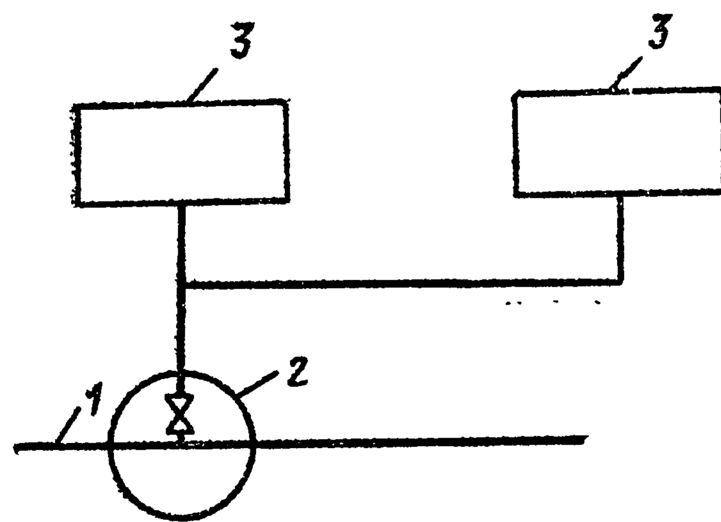


Рис. 28.7. Схема водопроводного ввода на два здания

1 — водопроводная магистраль; 2 — водопроводный колодец; 3 — здание

Расстояние по горизонтали между вводами хозяйственно-питьевого водопровода и выпусками канализации должно быть не менее 1,5 м при диаметре ввода до 200 мм включительно и не менее 3 м при диаметре более 200 мм. При тех же условиях, но при расположении водопроводных линий ниже канализационных это расстояние следует увеличивать на разность глубин заложения трубопроводов. Расстояние в свету между вводами и другими водопроводами при пересечении их между собой должно быть не менее 0,15 м.

Вводы хозяйственно-питьевого водопровода, как правило, укладывают выше канализационных линий и трубопроводов, транспортирующих ядовитые и пахучие жидкости; при этом расстояние между стенками труб по вертикали должно быть не менее 0,4 м. При необходимости укладки вводов ниже канализационных

трубопроводов применяют стальные вводы, заключенные в футляр.

Допускается совместная прокладка вводов водопровода различного назначения.

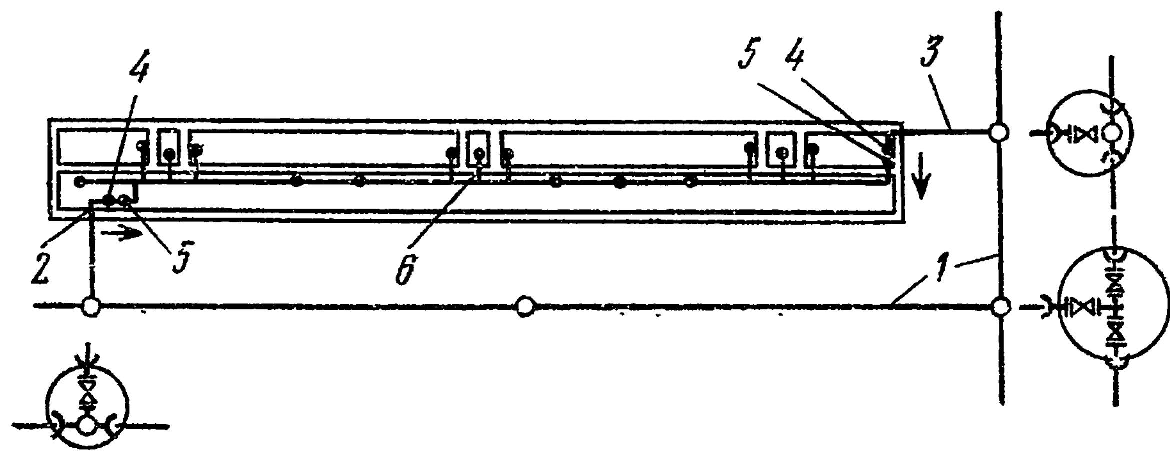


Рис. 28.8. Схема кольцевания хозяйственно-противопожарной сети вводами

1 — наружная водопроводная кольцевая сеть; 2 — ввод № 1; 3 — ввод № 2; 4 — водомерный узел; 5 — обратный клапан; 6 — закольцованная вводами внутренняя водопроводная сеть

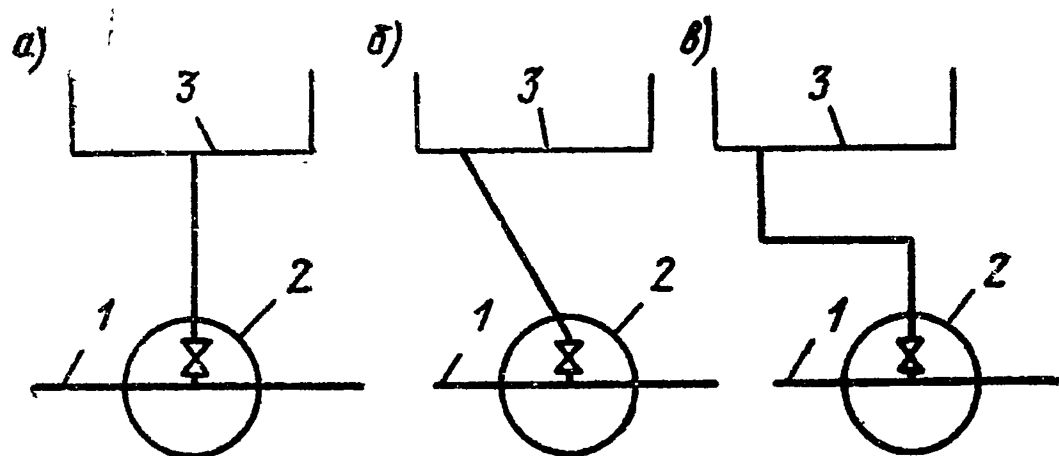


Рис. 28.9. Типы вводов

а — перпендикулярно направленный, б — косой; в — с поворотом; 1 — водопроводная магистраль; 2 — водопроводный колодец; 3 — здание

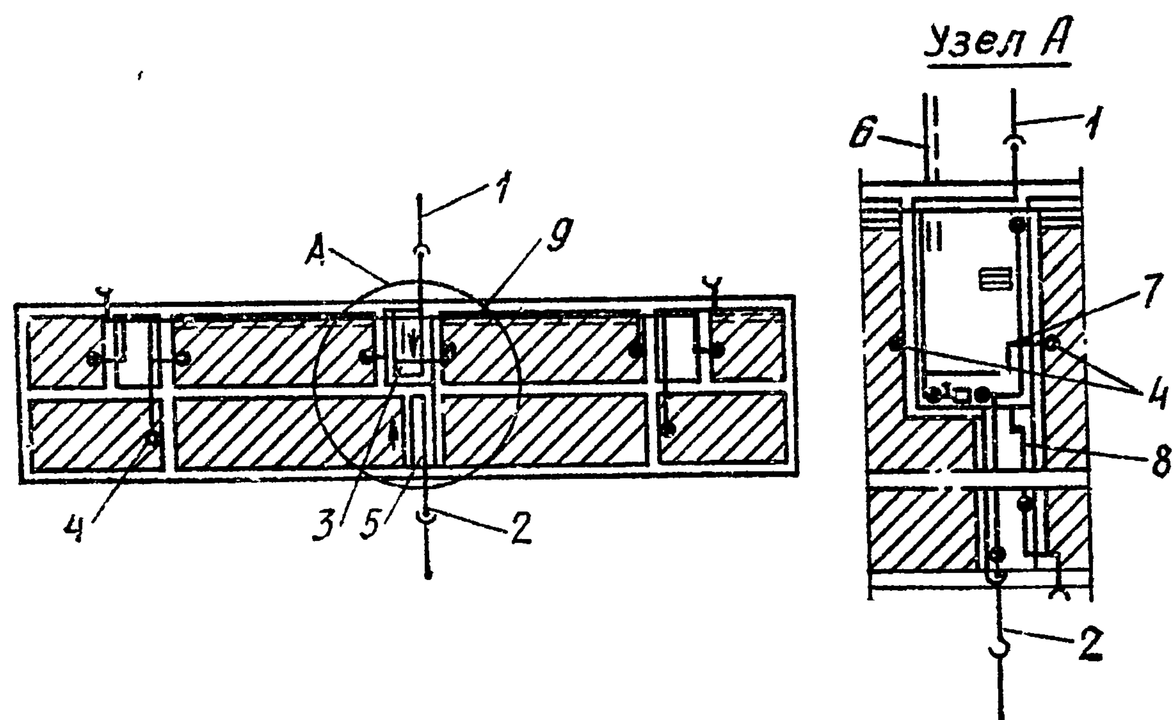


Рис. 28.10. Устройство вводов в жилые дома без подвалов

1 и 2 — вводы водопровода (соответственно I и II варианты); 3 — водомерный узел; 4 — водопроводный стояк; 5 — полупроходной канал; 6 — ввод теплосети; 7 — помещение для узла управления системой отопления и водомерного узла; 8 — полупроходной канал при II варианте ввода; 9 — подпольный канал

Один ввод может обслуживать два вспомогательных или небольших производственных здания, допускающих перерыв в подаче воды на производственные нужды, для чего устанавливают дополнительное ответвление после задвижки (рис. 28.7). При устройстве двух и более вводов их следует присоединять к различным участкам наружной сети.

При установке в здании насосов для повышения давления во внутренней водопроводной сети вводы, как правило, объединяют перед насосами. На соединительном трубопроводе предусматривают установку задвижек для обеспечения водой каждого насоса от любого ввода.

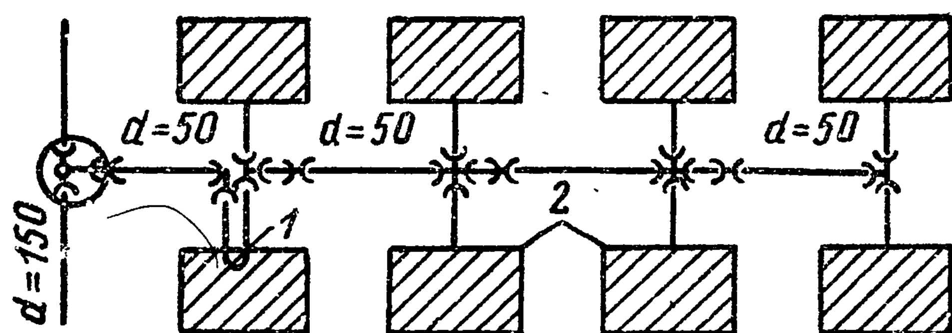


Рис. 28.11. Устройство одного ввода на группу малоэтажных зданий

1 — водомерный узел; 2 — четырехквартирные жилые дома

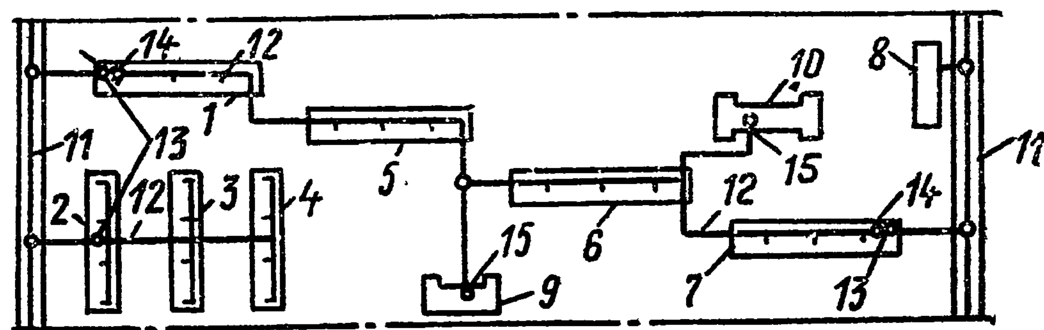


Рис. 28.12. Фрагмент плана микрорайона с водопроводной сетью

1—7 — жилые дома; 8 — магазин; 9 — ясли; 10 — детский сад; 11 — городская водопроводная сеть; 12 — послеводомерная водопроводная сеть, прокладываемая в непроходных каналах или технических подвалах; 13 — водомерный узел; 14 — обратный клапан; 15 — водомер

При установке на каждом вводе самостоятельных насосов объединение вводов не требуется.

Между вводами в одно и то же здание на наружной водопроводной сети должна быть установлена задвижка для обеспечения подачи воды в здание при аварии на одном из участков наружной сети (рис. 28.8).

К наружной сети вводы присоединяют под прямым углом (рис. 28.9, а). Если такое присоединение невозможно, применяют следующие типы устройства вводов: а) по диагонали (рис. 28.9, б), когда линия стены пересекается под углом не менее 45° и ввод не пересекает каких-либо туннелей; б) с двумя поворотами (рис. 28.9, в), когда при присоединении по диагонали образуется угол менее 45° или имеются какие-либо препятствия для косого направления ввода.

Два и более вводов для жилых и общественных зданий применяют в том случае, когда снижается стоимость внутреннего водопровода, а также в зданиях, где перерыв в подаче воды недопустим.

При питании внутренней водопроводной сети здания от наружной, расположенной с противоположной стороны здания, предусматривают полупроходной канал для прокладки водопроводной трубы к водомерному узлу (рис. 28.10). При этом не требуется установка дополнительной запорной арматуры на сети, прокладываемой в полупроходном канале.

В районах малоэтажной застройки допускается установка одной отключающей задвижки (рис. 28.11) и одного водомера на группу жилых зданий.

Водопроводные стояки можно присоединять непосредственно к магистральной сети, проходящей транзитом через здания (рис. 28.12). На группу компактно располагаемых стояков (обслуживающих одну жилую секцию) следует предусматривать одно ответвление.

Для четырех зданий и более питание их от наружной сети возможно через два и более закольцованных ввода. При питании внутренней водопроводной сети из водонапорных баков, располагаемых внутри здания, и при наличии связи ввода с разводящей сетью из бака, а также при устройстве двух и более вводов с водомерными узлами необходимо устанавливать обратные клапаны на вводах.

Примечание. При подаче воды в здание через два ввода, присоединенных к одному колодцу (с разделительной задвижкой), а также в тех случаях, когда водомеры на вводах не предусматриваются, обратные клапаны не устанавливают.

28.4. Материал трубопроводов сетей внутреннего водопровода

Материал трубопроводов сетей внутреннего водопровода выбирают в зависимости от требований к прочности материала и к качеству воды, ее температуре и давлению с учетом экономии материалов. Трубы для различных систем водопровода принимают по табл. 28.5, а фасонные и соединительные части — по табл. 28.6 и приложениям 1, 2, 3, 4.

Стальные трубы из коррозионно-стойкой стали по ГОСТ 9940—72 и 9941—72 применяют для подачи агрессивной по составу воды во избежание внутренней коррозии труб.

Чугунные трубы, согласно ГОСТ 5525—61, изготовляют двух классов: класса А — на давление при испытании 25 кгс/см² и класса Б — на давление 35 кгс/см². Чугунные трубы соединяют со стальными трубами одного и того же диаметра без применения каких-либо дополнительных частей (табл. 28.7).

Стальные трубы меньшего диаметра соединяют с чугунными трубами большего диаметра путем навинчивания прямой муфты на конец стальной трубы, вставляемой в раструб (табл. 28.8).

Стеклянные трубы можно применять для внутренних хозяйственно-питьевых водопроводов по согласованию с органами Госсанинспекции и для производственных сетей (не противопожарных) с давлением до 5 кгс/см² в зданиях без значительных тепловыделений (менее 20 ккал/(м³·ч) и не подверженных вибрации.

Для соединения стеклянных труб и фасонных частей применяют газовую сварку, фланцы с резиновыми прокладками и муфты. Соединение сваркой герметично, но очень жестко, поэтому требуется надежное закрепление труб на опорах. Соединение труб может быть эластичным и жестким.

Эластичное соединение получается при применении цилиндрической муфты, резиновых колец и двух металлических фланцев, стягиваемых болтами; жесткое соединение — при использовании фланцев.

Пластмассовые трубы. Для внутренних водопроводов могут быть применены напорные трубы из винипласта и полиэтилена. Все пластмассовые трубы изготовляют трех типов в зависимости от допускаемого давления — 2,5; 6 и 10 кгс/см².

Винипластовые трубы используют в отдельных случаях для производственных водопроводов. Для противопожарных и хозяйственно-питьевых водопроводов их не применяют.

ТАБЛИЦА 28.5

СОРТАМЕНТ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ТРУБ

Трубы	Условный проход $D_у$ мм	Область применения
Стальные оцинкованные водогазопроводные (газовые) трубы по ГОСТ 3262—62:		
а) обыкновенные	10—65	Системы водопровода для подачи воды питьевого качества при $P_у$ до 10 кгс/см²
б) усиленные	10—65	То же, при $P_у$ до 16 кгс/см²
Трубы водогазопроводные (газовые) неоцинкованные, усиленные по ГОСТ 3262—62	10—50	Системы производственного и противопожарного водопровода при $P_у$ до 16 кгс/см²
Трубы электросварные по ГОСТ 10705—63: для районов с расчетной температурой (средней наиболее холодной пятидневки согласно указаниям главы СНиП II-А.6-62) до —40 °С; для районов с расчетной температурой от —40 до —65 °С из обыкновенной стали классов Б и В по ГОСТ 380—71	65—500	Системы хозяйственно-питьевого, хозяйственно-противопожарного, производственного водопровода при $P_у$ =10—16 кгс/см² (сети и вводы)
Трубы электросварные по ГОСТ 10704—63 и 10705—63 (класса А) для районов с расчетной температурой до —40 °С; для районов с расчетной температурой от —40 до —65 °С из обыкновенной стали класса В по ГОСТ 380—71	10—500	Системы производственного и противопожарного водопровода при $P_у$= 16—25 кгс/см²
Трубы чугунные напорные по ГОСТ 5525—61 (классов А и Б) и по ГОСТ 9583—61 (классов ЛА, А и Б)	50—500	Вводы водопровода при $P_у$ до 10 кгс/см²
Трубы асбестоцементные водопроводные марок ВТ-6, ВТ-9, ВТ-12 по ГОСТ 539—65	50—500	Вводы водопроводов, кроме противопожарных водопроводов, при $P_у$ до 6 кгс/см²
Трубы напорные из полиэтилена высокой плотности по МРТУ 6-05-917-67 для районов с расчетной температурой до —30° С	10—300	Системы хозяйственно-питьевого и производственного водопровода при $P_у$ до 10 кгс/см²
Трубы стеклянные для надземных трубопроводов по ГОСТ 8894—58	45—122 (наружный диаметр)	Системы производственного водопровода при $P_у$ до 4—7 кгс/см²

Примечания: 1. Допускается применять стальные трубы, не включенные в таблицу, при условии соответствия их требованиям ГОСТа по качеству стали стенки трубы и сварного шва, механическим свойствам и химическому составу.

2. Не допускается применять пластмассовые трубы для внутреннего противопожарного водопровода, а также прокладывать пластмассовые трубопроводы с другими коммуникациями в полупроходных каналах и туннелях по условиям пожарной безопасности.

ТАБЛИЦА 28.6

НОМЕНКЛАТУРА ФАСОННЫХ И СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ЧАСТЕЙ ТРУБОПРОВОДОВ

Фасонные и соединительные части	Условный проход $D_у$, мм	Назначение
Из ковкого чугуна и стали с цилиндрической резьбой по ГОСТ 8943—59 и 8964—59	10—65	Соединение стальных труб на резьбе: а) тонкостенных диаметром 10—50 мм с накатанной цилиндрической резьбой при $P_у$ до 16 кгс/см² б) водогазопроводных обыкновенных и усиленных при $P_у$ до 16 кгс/см²
Стальные штампованные части	50—300	Соединение стальных труб на сварке при $P_у$ до 100 кгс/см²
Стальные фланцы по ГОСТ 1255—67 (плоские приварные)	50—400	Соединение стальных труб при $P_у$= =10—16 и 25 кгс/см²
Стальные фланцы по ГОСТ 12830—67 (приварные встык)	50—400	Соединение стальных труб при $P_у$— =40 . . . 64 и 100 кгс/см²
Чугунные напорные фасонные части по ГОСТ 5525—61*	50—400	Соединение чугунных напорных труб при $P_у$ до 10 кгс/см²
Асбестоцементные самоуплотняющиеся муфты САМ по МРТУ 21-36-68 и резиновые кольца к ним по ТУ 38-5-243-67	50—500	Соединение асбестоцементных водопроводных труб
Детали трубопроводов из полиэтилена высокой плотности по МН 3005-61 до МН 3018-61	10—150	Соединение напорных труб из полиэтилена высокой плотности
Части фасонные стеклянные термостойкие по ГОСТ 11192—65	45—122 (наружный диаметр)	Соединение стеклянных труб при $P_у$=4 . . . 7 кгс/см²

Примечания: 1. Оцинкованные стальные трубы необходимо соединять на резьбе; допускается соединение оцинкованных труб полуавтоматической дуговой сваркой в защитном слое углекислого газа.

2. Фланцевые соединения фасонных частей или труб, укладываемых в грунт, не применяют. При необходимости размещения фланцевых соединений в грунте болты следует тщательно защищать от коррозии.

3. Диаметр ввода при расходе воды до 1 л/с принимают 25—40 мм; при расходе более 1 л/с — не менее 50 мм.

Полиэтиленовые напорные трубы изготовляют двух типов: низкого давления — из полиэтилена высокой плотности и высокого давления — из полиэтилена низкой плотности.

По полиэтиленовым трубам допускается проток воды с температурой до 20° С. Трубы соединяют между собой, а также с полиэтиленовыми фасонными частями сваркой, с помощью накидной гайки или с применением фланцев.

Трубы из полиэтилена высокой плотности изготовляют условным диаметром 6—300 мм, а из полиэтилена низкой плотности — диаметром 6—150 мм.

ТАБЛИЦА 28.7

СОЕДИНЕНИЕ ЧУГУННЫХ И СТАЛЬНЫХ ТРУБ ОДИНАКОВОГО УСЛОВНОГО ДИАМЕТРА

Внутренний диаметр чугунных труб, мм	Диаметр раструба, мм	Наружный диаметр стальных труб, мм	Ширина кольцевого зазора в раструбе, мм, для соединения труб: чугунных	чугунных со стальными
50	81	60	8	10,5
75	107	88,5	8	9,25
100	133	114	8	9,5
125	159	140	8	9,5
150	185	168	8	9,5

ТАБЛИЦА 28.8

СОЕДИНЕНИЕ ЧУГУННЫХ ТРУБ СО СТАЛЬНЫМИ ТРУБАМИ МЕНЬШЕГО ДИАМЕТРА

Внутренний диаметр чугунных труб, мм	Условный диаметр стальной трубы, мм	Диаметр раструба, мм	Наружный диаметр муфты стальной трубы, мм	Ширина кольцевого зазора в раструбе, мм
50	40	81	62	9,75
75	70	107	92,5	7,75
100	80	133	104,5	14,25
125	100	159	134	12,50
150	125	185	160	12,50

28.5. Защита трубопроводов от коррозии

Как известно, под воздействием внешней среды и протекающей воды трубопроводы подвергаются коррозии. Наиболее значительно корродируют стальные трубы, что приводит к резкому сокращению срока их службы и возникновению аварий.

Все стальные трубопроводы, укладываемые в грунт, необходимо защищать от почвенной коррозии и коррозии блуждающими токами в соответствии с «Правилами защиты подземных металлических сооружений от коррозии» (СН 266-63). При выборе средств защиты следует учитывать условия прокладки трубопроводов и данные о коррозионной активности (агрессивности) среды по отношению к металлу защищаемого трубопровода. Коррозионная активность грунтов по отношению к стальным конструкциям оценивается по величине удельного сопротивления грунта:

Величина удельного сопротивления грунта, Ом·м	>100	100—20	20—10	10—5	<5
Коррозионная активность	низкая	средняя	повышенная	высокая	весьма высокая

От грунтовой коррозии подземные стальные трубопроводы защищают путем устройства изоляционного покрытия; в необходимых случаях, кроме того, применяют катодную поляризацию (при прокладке трубопро-

ТАБЛИЦА 28.9

ПРИМЕРНЫЕ КОНСТРУКЦИИ БИТУМНО-РЕЗИНОВЫХ ПРОТИВОКОРРОЗИОННЫХ ПОКРЫТИЙ СТАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Тип изоляции	Конструкция покрытия	Толщина покрытия, мм
Нормальный	Грунтовка, мастика слоем 3 мм, стеклохолст или крафт-бумага	3
Усиленный	Грунтовка, мастика слоем 4 мм, бризол слоем 1,5 мм	5,5
	Грунтовка, мастика слоем 5,5 мм, стеклохолст или крафт-бумага	5,5
Весьма усиленный	Грунтовка, мастика слоем 7 мм, бризол слоем 1,5 мм	8,5
	Грунтовка, мастика слоем 4 мм, бризол слоем 1,5 мм, мастика слоем 3 мм, стеклохолст или крафт-бумага	8,5
	Грунтовка, мастика слоем 3 мм, бризол слоем 1,5 мм, мастика слоем 2,5 мм, бризол слоем 1,5 мм	8,5

ТАБЛИЦА 28.10

ПРИМЕРНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ПРОТИВОКОРРОЗИОННЫХ ПОКРЫТИЙ СТАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ БЕЗ БИТУМНОЙ МАСТИКИ С МИНИМАЛЬНЫМ СОДЕРЖАНИЕМ НАПОЛНИТЕЛЕЙ И АРМИРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ (ГИДРОИЗОЛА, СТЕКЛОВОЛОКНИСТОГО ХОЛСТА ИЛИ СТЕКЛОТКАНИ)

Тип изоляции	Конструкция покрытия	Толщина покрытия, мм
Нормальный	Грунтовка, мастика слоем 3 мм, стеклохолст или крафт-бумага	3
Усиленный	Грунтовка, мастика слоем 3 мм, армирующая обмотка, мастика слоем 4 мм, стеклохолст или крафт-бумага	7
Весьма усиленный	Грунтовка, мастика слоем 3 мм, армирующая обмотка, мастика слоем 3 мм, армирующая обмотка	9

ТАБЛИЦА 28.11

ПРИМЕРНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ПРОТИВОКОРРОЗИОННЫХ ПОКРЫТИЙ ИЗ ЛИПКИХ ПЛАСТМАССОВЫХ ЛЕНТ ПОЛИВИНИЛХЛОРИДА ИЛИ ПОЛИЭТИЛЕНА ДЛЯ СТАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Тип изоляции	Конструкция покрытия	Толщина покрытия, мм
Нормальный	Липкая лента в один слой	0,35
Усиленный или весьма усиленный	То же, в два слоя	0,7

водов в грунтах со средней, повышенной, высокой и весьма высокой коррозионной активностью).

Тип изоляционного покрытия выбирают в зависимости от коррозионной активности грунта:

а) в грунтах низкой и средней коррозионной активности — нормальные битумные или другие равноценные по изоляционным свойствам покрытия;

б) в грунтах повышенной и высокой коррозионной активности — усиленные битумные или другие равноценные им по изоляционным свойствам покрытия;

в) в грунтах весьма высокой коррозионной активности — весьма усиленные битумные или другие равноценные им по изоляционным свойствам покрытия.

Примерные конструкции противокоррозионных изоляционных покрытий приведены в табл. 28.9—28.11.

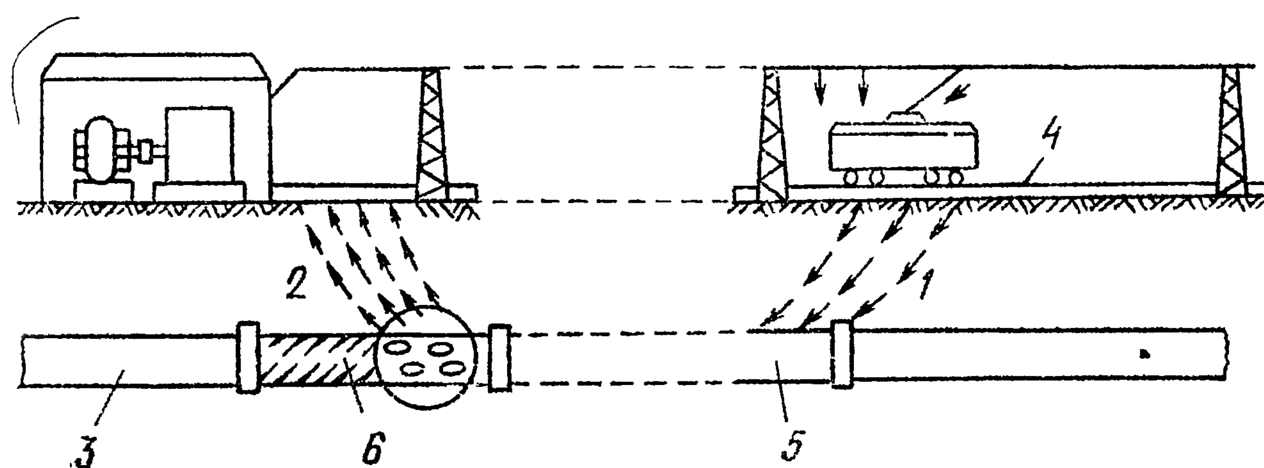


Рис. 28.13. Схема распространения блуждающих токов

1 — входящие блуждающие токи; *2* — выходящие токи; *3*—стальная труба; *4* — рельсы; *5* — катодная зона; *6* — анодная зона — зона воздействия на трубопровод

Трубопроводы с изолированными покрытиями из липких пленок, прокладываемые в скальных и щебенистых грунтах, кроме подсыпки мягким грунтом необходимо защищать оберткой из прочных рулонных материалов.

По возможности следует избегать прокладки труб в зонах блуждающих токов (рис. 28.13).

При прокладке стальных трубопроводов в зонах воздействия блуждающих токов трубы должны иметь, как правило, весьма усиленную противокоррозионную изоляцию. Для предохранения трубопроводов от блуждающих токов применяют катодную и анодную защиту, защиту электрическим дренажем и дополнительное заземление трубопроводов.

Для защиты от коррозии железобетонные трубы покрывают цементом специальных марок. Рекомендуется применять поверхностную изоляцию трубопровода покрытием битумным раствором или кузбасс-лаком.

Для предохранения трубопроводов от внутренней коррозии применяют футеровку труб пластиками, эмалями, стеклом, резиной, цементным раствором.

Для борьбы с химической коррозией внутри трубопроводов используют обработку воды гексаметафосфатом натрия, который способствует постоянному образованию на внутренней поверхности защитной метафосфатной пленки. Этот же реагент применяют для предупреждения карбонатных отложений.

28.6. Водопроводная арматура и оборудование

Для систем хозяйственно-питьевого водопровода трубопроводную, водоразборную и смесительную арматуру изготовляют на рабочее давление 6 кгс/см^2, для противопожарных систем водопровода или объединенных си-

стем противопожарного и питьевого водоснабжения — на давление 9 кгс/см².

Примечание. Для отдельных производственных систем водопровода рабочее давление устанавливается исходя из технологических требований.

Водоразборная и запорная арматура принимается вертикального типа. Задвижки можно устанавливать на трубопроводах диаметром 50 мм и более. Пробковые краны допускается применять при наборах не более 1 кгс/см².

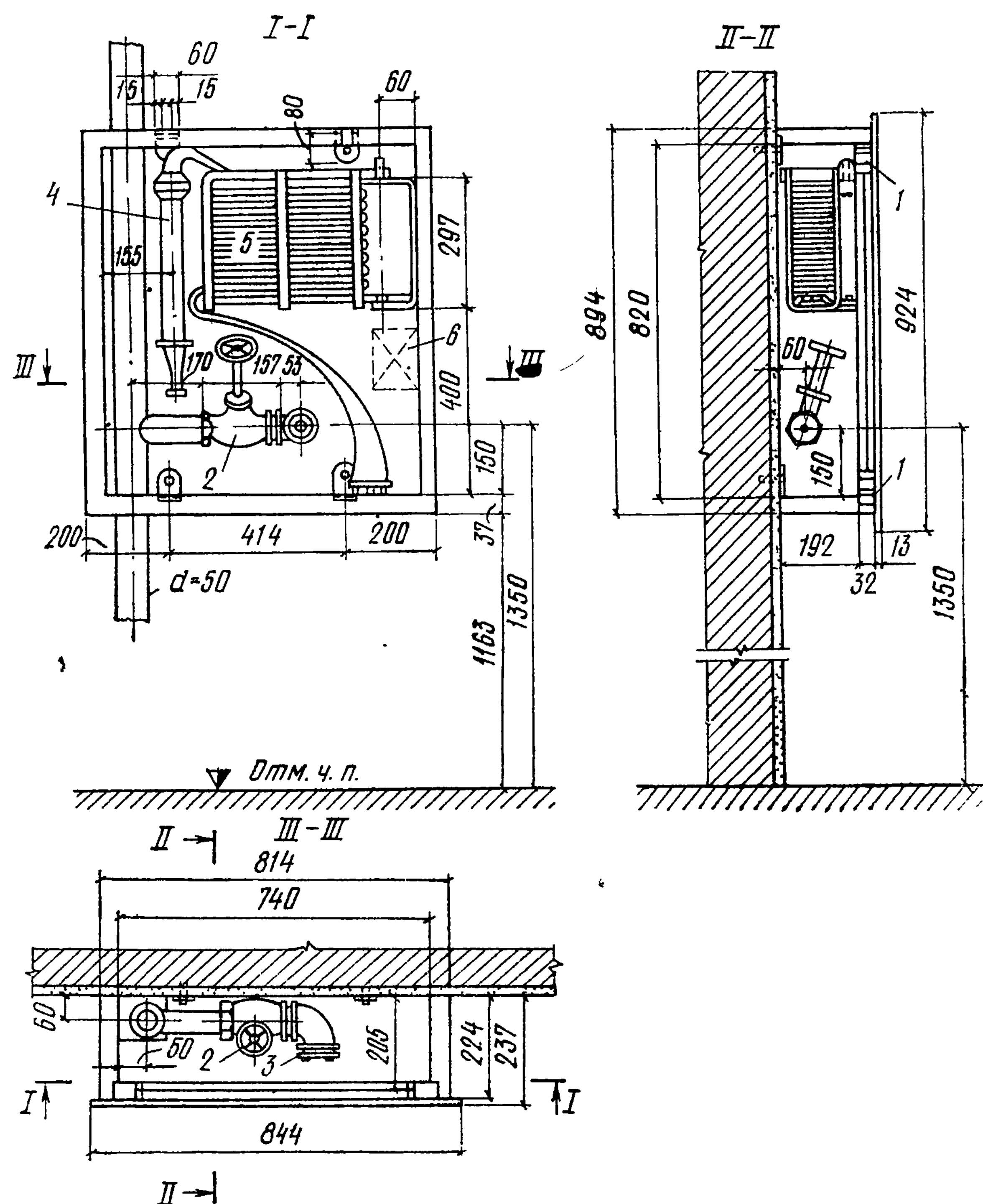


Рис. 28.14. Установка пожарного крана $d_у=50$ мм в шкафчике

1 — шкаф деревянный 814×814×192; 2 — вентиль запорный пожарный; 3 — головка соединительная рукавная d=50 мм; 4 — ствол пожарный ручной; 5 — рукав пожарный выкидной льняной d=50; 6 — место установки дистанционного пускателя пожарного насоса

На внутренних водопроводных сетях запорную арматуру устанавливают. на каждом вводе; на кольцевой разводящей сети для возможности выключения на ремонт отдельных участков ее (не более чем полукольца); на кольцевой сети противопожарного водопровода из расчета выключения не более пяти пожарных кранов на одном этаже и не более одного стояка в зданиях высотой более 50 м; на кольцевой сети производственного водопровода из расчета обеспечения двухсторонней подачи воды к агрегатам, не допускающим перерыва в подаче воды; у основания пожарных стояков при наличии пяти и более пожарных кранов; у основания стояков хозяйственно-питьевой или производственной сети в зданиях высотой три этажа и более; на ответвлениях, питающих пять и более водоразборных точек; на ответвлениях в каждую квартиру; на подводках к смывным бачкам, смывным кранам и водонагревательным колонкам; на ответвлениях к групповым душам и умывальникам; перед наружными поливочными кранами; перед приборами, аппаратами и агрегатами специального назначения (производственными, лечебными, опытными и др.); на всех ответвлениях от магистральных линий водопровода.

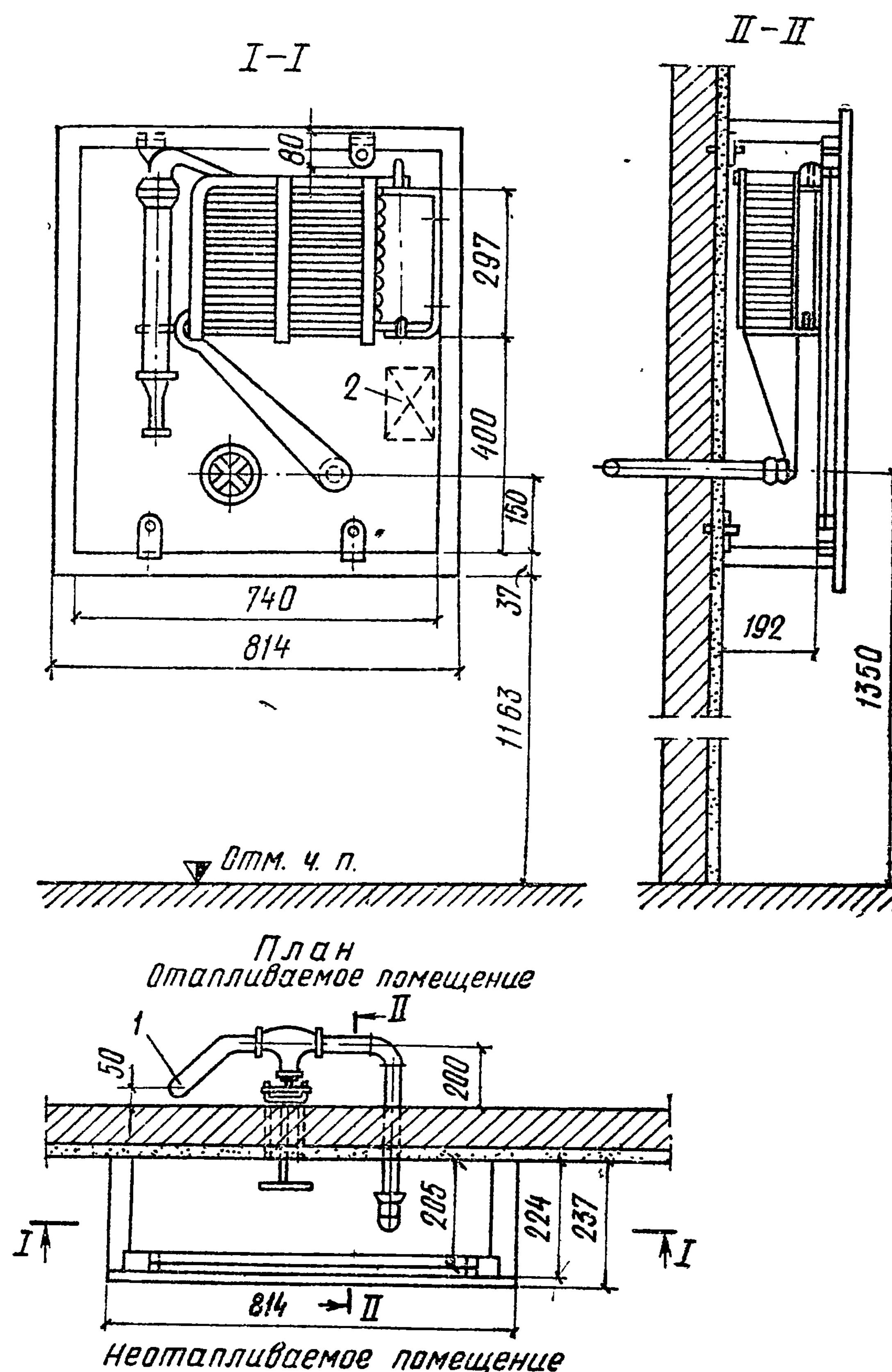


Рис. 28.15. Установка пожарного крана в неотаплива емом помещении

1 — пожарный стояк; 2 — место установки дистанционного пуска теля пожарного насоса

Примечания: 1. На закольцованных по вертикал стояках запорную арматуру устанавливают у основания и н верхних концах стояков.

2. На кольцевых участках сети применяют арматуру, обес печивающую пропуск воды в двух направлениях.

3. На водопроводных стояках, проходящих через встроенны магазины, столовые, рестораны и другие помещения, недоступ ные для осмотра в ночное время, запорную арматуру размещаю в подвале или техническом подполье, которые имеют постоян ный доступ.

При выборе типа запорной арматуры руководству ются следующими указаниями: как правило, применяю муфтовые вентили (как наиболее дешевые); при не обходимости установки крупной запорной арматуры ис пользуют фланцевые задвижки; на кольцевых или за кольцованных вводами водопроводных сетях с пере менным движением воды и при частом включени запорной арматуры применяют только задвижки; вен тили бронзовые и из ковкого чугуна устанавливаю для давлений более 10 кгс/см².

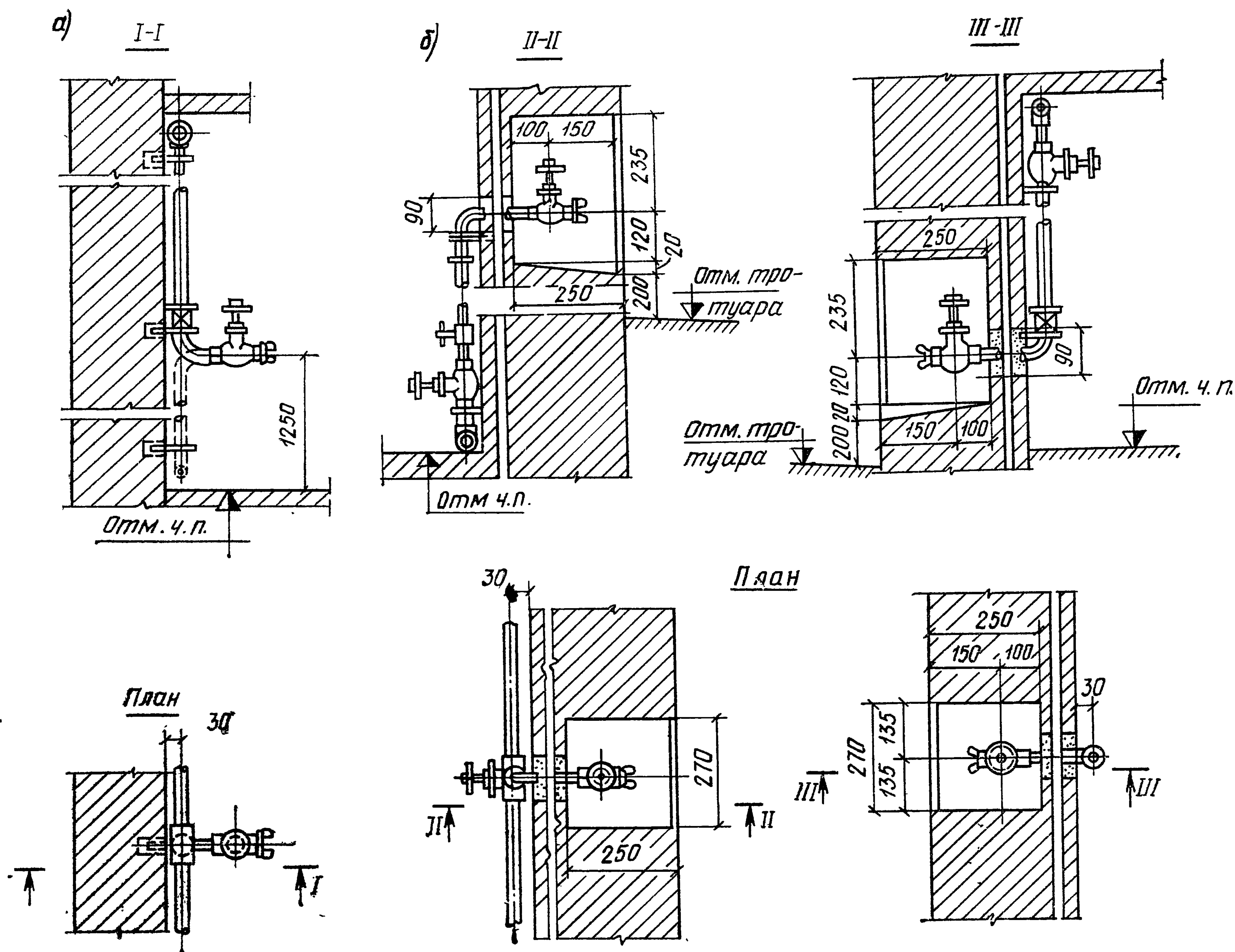


Рис. 28.16. Установка поливочных кранов

а — внутренних; *б* — наружных

Для уплотнений используют резину, фибру, кожу и бронзу.

Задвижки в зависимости от конструкции затвора подразделяются на два основных типа: параллельные и клиновые. Рекомендуется применять параллельные задвижки, так как в них обработка и притирка уплотняющих колец проще и легче, чем в клиновых задвижках.

В задвижках с выдвижным шпинделем можно производить очистку и смазку резьбы шпинделя, однако для их размещения требуется большая высота. На трубопроводах хозяйственно-питьевой сети не рекомендуется устанавливать задвижки с выдвижным шпинделем по санитарным соображениям.

Малые задвижки при малых давлениях приводятся во вращение вручную с помощью маховика (за исключением тех случаев, когда задвижки включены в систему автоматического управления). Для задвижек больших диаметров, а также задвижек, работающих под большими давлениями, применяют механический, гидравлический или электрический привод. Для выравнивания давления по обе стороны корпуса у крупных задвижек, а также у малых, работающих при больших давлениях, используют обводные приспособления.

Задвижки, как правило, устанавливают в помещениях, доступных для управления, осмотра и ремонта их (в насосных станциях, камерах, колодцах, приямках и на открытых трубопроводах).

Пожарные краны располагают на сетях противопожарного водопровода, преимущественно у выходов, на площадках отапливаемых лестничных клеток, в вестибюлях, коридорах, проходах и других наиболее доступных местах. Пожарные краны размещают в опломбированных шкафчиках с отверстиями для проветривания и надписью ПК, в которых должны находиться: пожарный рукав диаметром, равным диаметру пожарного крана, и длиной 10 или 20 м; ствол со спрыском, диаметр которого определяется расчетом.

Примечания: 1. Для получения пожарных струй производительностью до 4 л/с следует применять пожарные рукава и краны диаметром 51 (50) мм, а для струй большей производительности — 66 (70) мм.

2. Запрещается применять в одном здании пожарные стволы со спрысками различных диаметров. Схемы установки пожарных кранов приведены на рис. 28.14 и 28.15

В помещениях, оборудованных спринклерными устройствами, пожарные краны можно размещать на спринклерной сети после контрольных сигнальных клапанов.

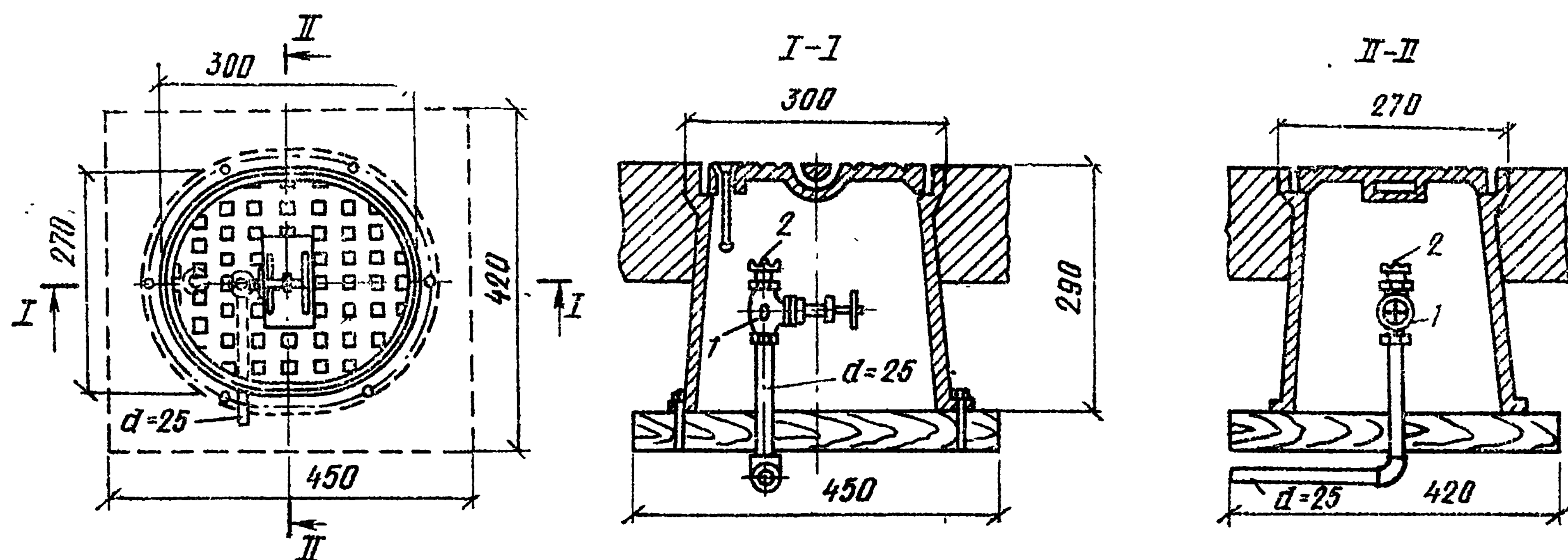


Рис. 28.17. Установка наружного поливочного крана в колодце (ковере)

1 — вентиль d=25 мм; 2 — быстросмыкающаяся полугайка d=25 мм

Пожарные краны устанавливают на наружных стенах и на колоннах.

Поливочные краны размещают как внутри помещений, так и вне их.

Внутри здания для технологических нужд и уборки помещений применяют поливочные краны диаметром 26 и 19 мм (рис. 28.16, *а*). Наружные поливочные краны диаметром 25 мм устанавливают, как правило, в нишах наружных стен здания по одному на каждые 60—70 м периметра здания (рис. 28.16, *б*).

Если невозможно установить поливочные краны в стене или у стены и колонны здания, их располагают в небольших чугунных колодцах — коверах (рис. 28.17). Трубопроводы к этим кранам прокладывают в грунте с уклоном, обеспечивающим их опорожнение на зимний период.

Высота расположения водоразборной арматуры приведена в табл. 28.12.

ТАБЛИЦА 28.12

ВЫСОТА РАСПОЛОЖЕНИЯ ВОДОРАЗБОРНОЙ АРМАТУРЫ

Водоразборная арматура	Высота от пола до оси крана, м	Допускаемое отклонение, мм
Водоразборные краны над умывальником	0,2 (выше бортприбора)	15
Смеситель в душевых	1	15
Душевые сетки	2,15—2,25	30
Пожарный кран	1,35	30

28.7. Раздача питьевой воды

Питьевые фонтанчики или установки для снабжения газированной водой ставят в производственных зданиях, институтах, спортивных и общественных зданиях. Наибольшее расстояние от рабочих мест до питьевых фонтанчиков или до местных установок раздачи газированной воды составляет 75 м.

В административно-бытовых комбинатах горнорудных предприятий для снабжения рабочих питьевой, газированной или кипяченой водой устраивают питьевые станции, где предусматривают помещения: для приема и мытья (стерилизации) фляг и сосудов (при обезличенных флягах), для хранения фляг и сосудов, для приготовления газированной и кипяченой воды. Количество приготовляемой питьевой воды составляет 3 л в смену на 1 рабочего открытых разработок руды (карьеры, штольни), из которых 2 л доставляются в баллонах в обогреваемые помещения и по 0,5 л расходуется до и после смены. В зимний период температура воды в баллонах не должна быть ниже 8° С.

Питьевые станции планируют по принципу самообслуживания. Для раздачи питьевой воды с температурой 8—20° С предусматривается одно устройство на 100 чел. самой многочисленной смены на производственных процессах групп IIб и IIг и на 200 чел. при производственных процессах остальных групп.

Приготовляют газированную воду в сатураторах.

Одному рабочему на подземных работах выдается 1 л воды во фляге, 1,5 л подается в шахту в баллонах и 0,5 л расходуется до и после смены из питьевых фонтанчиков.

Вода в шахту подается охлажденная и газированная в баллонах емкостью 25 л.

Питьевые фонтанчики устанавливают перед спуском в шахту, при выходе из шахты, в гардеробной и в сборном зале.

В помещении питьевой станции размещают умывальник. В горячих цехах питьевую воду в соответствии с санитарными нормами подсаливают, для чего используют сатураторные установки или киоски газированной воды, в которых вместо сиропа добавляется соленый раствор.

28.8. Регулирование давления в системах внутреннего водопровода зданий

На участках с избыточным давлением в водопроводной сети, а также в многоэтажных зданиях для снижения давления и уменьшения потерь воды на вводах водопровода или на ответвлениях к точкам разбора воды на каждом этаже здания рекомендуется устанавливать:

а) при постоянных расходах — дисковые диафрагмы с центральным отверстием;

б) при переменных расходах — регуляторы давления прямого действия «после себя».

При стабилизации давления более 10 м вод. ст. увеличивается уровень шума.

Для регулирования давления в водопроводной сети

зданий различной высоты в табл. 28.13 приведены различные рекомендации.

Расход воды, л/с, протекающей через регулятор при полном открытии дроссельного органа, определяется по формуле

$$q=\frac{0,001407\,D_{\text{р}}\sqrt{h_{\text{изб}}}}{1,25}. \qquad (28.1)$$

где $D_{\text{р}}$ — условный проход регулятора, мм;

1,25 — коэффициент запаса;

$h_{\text{изб}}$ — избыточный напор, который может быть погашен в дроссельном органе регулятора давления при полном его открытии, м вод. ст.:

$$h_{\text{изб}} = H_{\text{в}} - H_{\text{г}} - h_{\text{в}}\,\Sigma\,h_{\text{е}} - h_{\text{с}}, \qquad (28.2)$$

$H_{\text{в}}$ — напор на вводе в здание, м вод. ст.;

$H_{\text{г}}$ — геометрическая высота расположения наиболее высокой и удаленной водоразборной точки, м;

$h_{\text{в}}$ — потери напора в водомерном узле, м вод. ст.;

$\Sigma h_{\text{е}}$ — потери напора в трубопроводах, арматуре и оборудовании до расчетной водоразборной точки, м вод. ст.;

$h_{\text{с}}$ — необходимый свободный напор у расчетной водоразборной точки, м вод. ст.

ТАБЛИЦА 28.13

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РЕГУЛИРОВАНИЮ ДАВЛЕНИЯ В СЕТИ

Высота здания, м	Рекомендации
30	Установка стабилизаторов давления на вводах водопровода $D_{\text{у}}$=50...150
40 (при колебаниях напора в течение суток более [illegible] м вод. ст.)	Установка стабилизаторов давления на вводах водопровода $D_{\text{у}}$=50...250 и диафрагм у водоразборной арматуры, приборов, оборудования при пожарных кранах
>40	Установка стабилизаторов давления $D_{\text{у}}$=15 . . 20 мм на подводках к водоразборной арматуре отдельных групп санитарно-технических приборов и технологического оборудования

Расчетный условный проход регулятора давления определяется по формуле

$$D_{\text{р}}=c\sqrt{\frac{q}{\sqrt{h_{\text{изб}}}}}, \qquad (28.3)$$

где c — коэффициент, принимаемый равным 29,9 для регуляторов давления типа 24ч10нж и 47,4 для регуляторов типа 21ч2бр.

Стабилизатор напора можно подбирать по номограмме (рис. 28.18), принимая свободный напор в начале сети после стабилизатора на основании гидравлического расчета внутреннего водопровода. Расположение стабилизаторов приведено на рис. 28.19.

Отбор импульса давления от прямого участка трубопровода регулируемой сети должен быть на расстоянии не менее 10Д после регулятора давления типа 25ч10нж. Для изменения величины подаваемого импульса и отключения мембранной головки регулятора давления на линии отбора давления необходимо устанавливать игольчатый (пробочный) кран диаметром 6—10 мм.

В зависимости от заданного давления в регулируемой сети стабилизаторы давления типа 25ч10нж следует комплектовать мембранными головками соответствующих номеров.

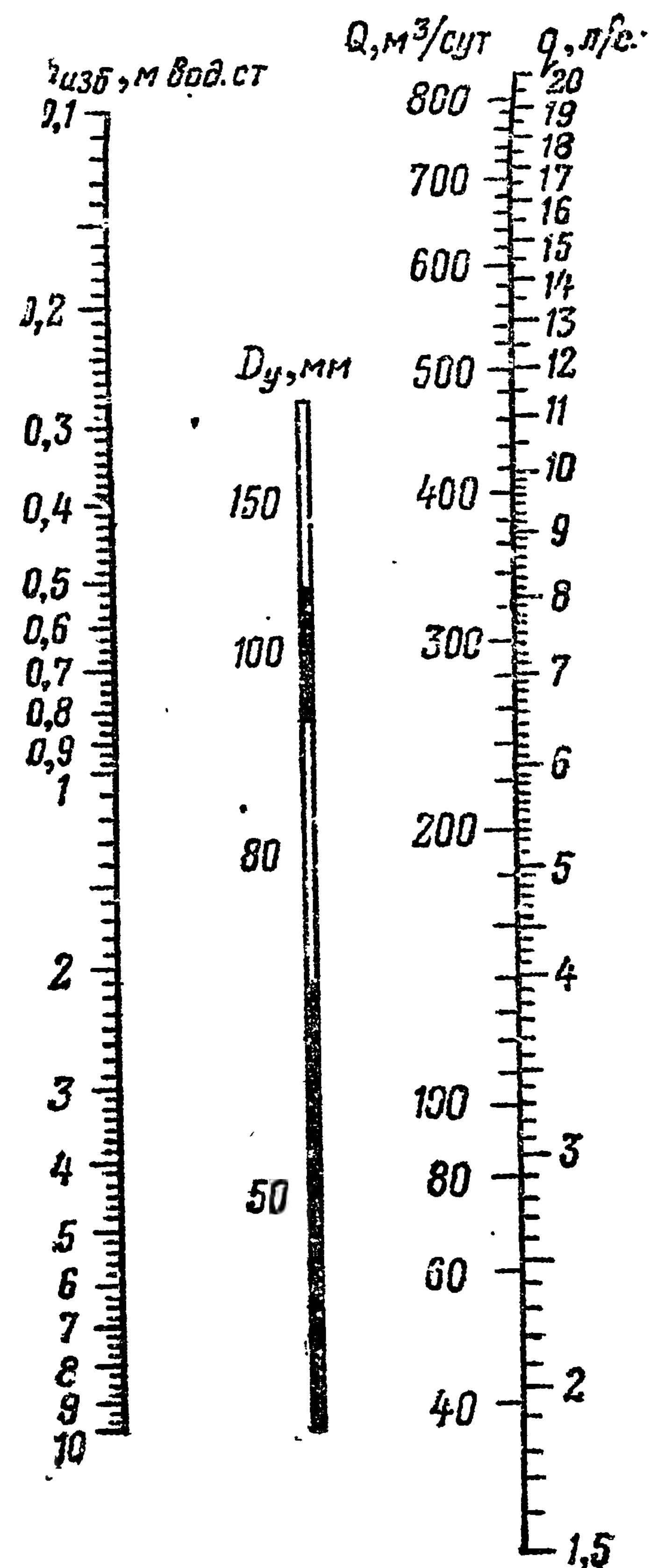


Рис. 28.18. Номограмма для подбора стабилизаторов напора типа 25с1Рнж $D_{\text{у}}$=50...150 мм

В зданиях высотой 20—40 м для снижения избыточного давления у водоразборных точек, обеспечения бесперебойной работы внутреннего водопровода и пропуска расчетных расходов воды устанавливают тонкие диафрагмы с центральным отверстием. Диафрагмирование водоразборной арматуры применяется в зданиях высотой до 50 м. Запрещается применять гидравлические сопротивления в виде втулок с рассверленным отверстием.

Расходы воды в каждой подводке к смесительной арматуре рекомендуется принимать в размере 70% расчетных расходов.

Запрещается устанавливать диафрагмы на трубопроводах, обслуживающих отдельные группы санитарных приборов, где расходы колеблются в широких пределах, а также в подводках к арматуре газовых нагревателей.

ТАБЛИЦА 28.14

ДИАМЕТР ОТВЕРСТИЙ ДИАФРАГМ

Минимальный напор на вводе, м вод. ст.	Санитарный прибор	Диаметр отверстий диафрагм, мм, при этажности здания											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
20	Умывальники	3	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Мойки, души	4	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Ванны	5	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25	Умывальники	2,5	3	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Мойки, души	3	4	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Ванны	4	5	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	Умывальники	2,5	2,5	3	3	—	—	—	—	—	—	—	—
	Мойки, души	3	3	4	4	—	—	—	—	—	—	—	—
	Ванны	4	4	5	4	—	—	—	—	—	—	—	—
35	Умывальники	2,5	2,5	2,5	3	3	3	—	—	—	—	—	—
	Мойки, души	3	3	3	4	4	4	—	—	—	—	—	—
	Ванны	4	4	4	5	5	5	—	—	—	—	—	—
40	Умывальники	2,5	2,5	2,5	2,5	3	3	3	3	—	—	—	—
	Мойки, души	2,5	3	3	3	4	4	4	4	—	—	—	—
	Ванны	3	4	4	4	5	5	5	5	—	—	—	—
45	Умывальники	2	2	2	2	2,5	2,5	3	3	3	—	—	—
	Мойки, души	2,5	2,5	2,5	3	3	3	4	4	4	—	—	—
	Ванны	3	3	3	4	4	4	5	5	5	—	—	—
50	Умывальники	2	2	2	2	2,5	2,5	2,5	2,5	3	3	3	—
	Мойки, души	2,5	2,5	2,5	2,5	3	3	3	3	4	4	4	—
	Ванны	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	—
55	Умывальники	2	2	2	2	2	2,5	2,5	2,5	2,5	3	3	3
	Мойки, души	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	3	3	3	3	4	4	4
	Ванны	3	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5

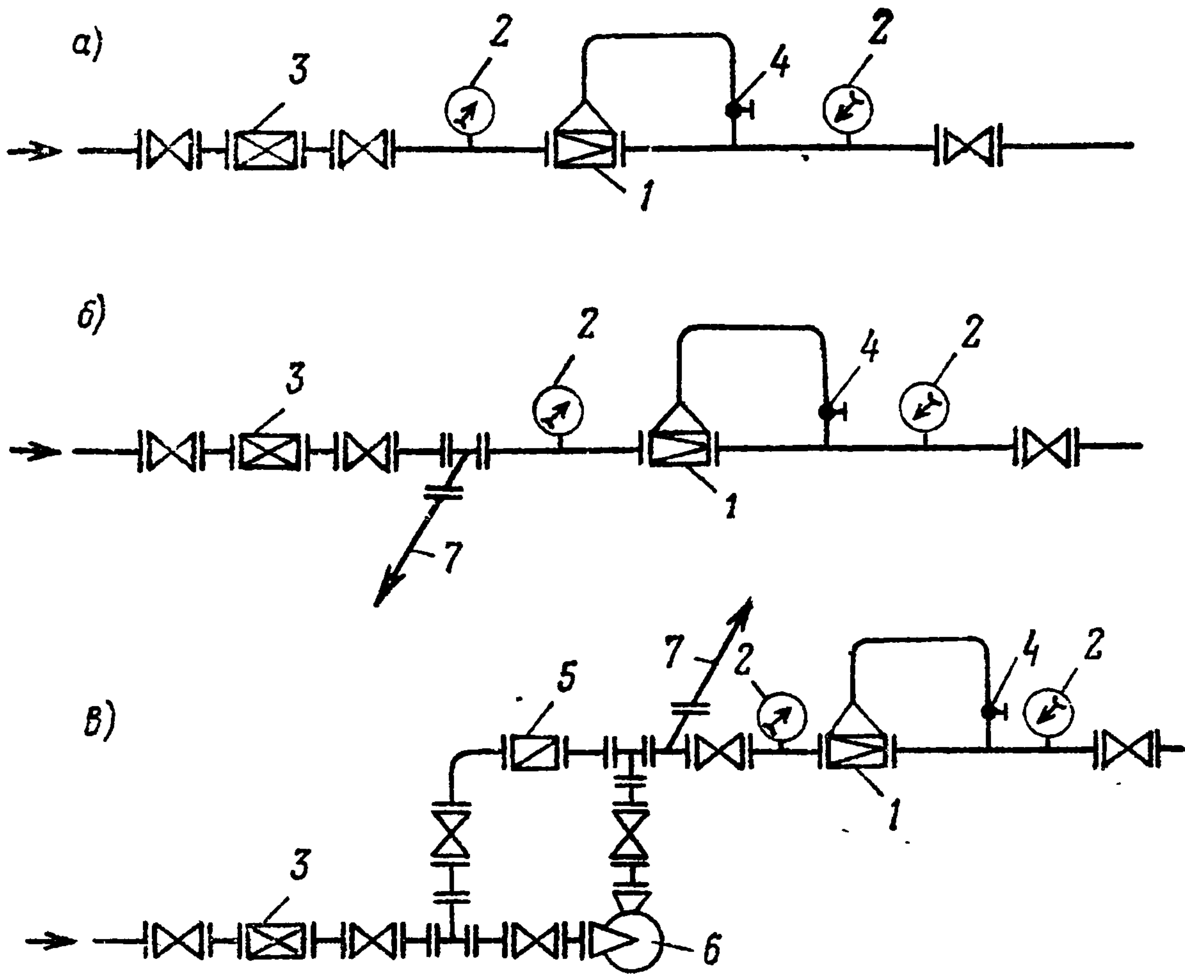


Рис 28.19. Схемы установки стабилизаторов напора «после себя» на вводах водопровода в здания

а — при напоре в наиболее удаленной точке сети холодного водопровода 10 м вод ст. и более; *б* — то же, менее 10 м вод. ст.; *в* — при наличии насосов для повышения напора в водопроводе здания; *1* — стабилизатор напора; *2* — манометры; *3* — водомер; *4* — игольчатый (или пробочный) кран; *5* — обратный клапан; *6* — насос; *7* — ответвление водопровода к водонагревателям системы централизованного горячего водоснабжения

ТАБЛИЦА 28.15

РАЗМЕРЫ ДРОССЕЛЬНЫХ ШАЙБ

$D_у$ трубы, мм	$D_н$, мм	Толщина шайбы, мм
25	67	1—2
40	85	
50	95	
70	115	
76	132	
90	142	
100	152	
125	182	3—4
150	207	
200	262	

Диаметры отверстий диафрагм принимают в зависимости от минимального напора на вводе, типа и количества санитарных приборов и этажности здания (табл. 28.14).

Размеры дроссельных шайб, устанавливаемых между фланцами, приведены в табл. 28.15.

При необходимости снижения давления перед водоразборными кранами диаметр отверстий дроссельных шайб принимается по табл. 28.16.

Условные проходы и основные строительные раз-

ТАБЛИЦА 28.16

ДИАМЕТР ОТВЕРСТИЯ ДРОССЕЛЬНЫХ ШАЙБ ВОДОРАЗБОРНЫХ КРАНОВ (ВЕНТИЛЕЙ)

…точное давление *p*, м вод. ст.	Диаметр отверстий шайб водоразборных кранов, мм		
	для смесителя ванны	для смесителя душа	для водоразборных кранов
1	10	8,6	7
2	8,5	7,5	6
3	7,5	6,5	5,5
4	7	6,5	5
5	7	6	5
6	6,5	5,5	4,5
8	6	5	4
10	5,5	5	4
12	5,5	4,5	3,5
15	5	4,5	3,5
20	5	4	3
25	4,5	4	3
30	4	3,5	2
40	3,5	3	2
60	3	3	2
80	2,5	2,5	2
100	2,5	2,5	2

Примечание. Таблица составлена для максимальных расходов воды на ванну 800 л/ч, душевую сетку 600 л/ч и водоразборный кран 250 л/ч.

ТАБЛИЦА 28.17

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ РЕГУЛЯТОРОВ ДАВЛЕНИЯ «ПОСЛЕ СЕБЯ» ТИПА 21ч26р

Диаметр условного прохода, мм	Строительная длина, мм	Высота, мм		Масса, кг
		от оси водопровода до нижнего фланца	от головки регулятора до оси трубопровода	
25	160	60	350	9,5
50	230	90	505	21
80	310	135	665	48
100	350	150	700	70
125	400	180	850	103
150	450	195	975	149

ТАБЛИЦА 28.18

ДАННЫЕ ДЛЯ ВЫБОРА ГРУЗОВ К РЕГУЛЯТОРУ ТИПА 21ч10нж В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРЕДЕЛА НАСТРОЙКИ ДАВЛЕНИЯ

Предел настройки давления, кгс/см^2	Груз			
	масса	количество гирь		
		5	3	1
1—2	8	1	1	—
2—2,5	11	—	—	1
2,5—3,5	18	3	1	—
3,5—5	30	6	—	—

меры регулятора давления «после себя» типа 21ч26р приведены в табл. 28.17.

Массу грузов для регулятора давления «после себя» типа 21ч10нж $D_у$=50...150 мм со вторым номером мембранной головки (D=225 мм) следует принимать по табл. 28.18.

Глава 29. СЧЕТЧИКИ РАСХОДА ВОДЫ (ВОДОМЕРЫ)

29.1. Размещение счетчиков

Для учета расхода воды (более 0,5 л/с) на вводах в здания или ответвлениях сети, подводящих воду потребителям, устанавливают счетчики расхода воды.

При расположении счетчиков на вводах разность между максимальным и минимальным расходами должна быть допустимой для принятого типа и калибра счетчика, чтобы все расходы воды учитывались с допустимой точностью.

Счетчики необходимо размещать по возможности ближе к вводу от внешней сети и в легко доступном помещении с температурой не ниже 2° С. Если в помещении невозможно обеспечить положительную температуру, счетчики утепляют, а трубопроводы теплоизолируют, либо счетчики выносят за пределы здания в специальные камеры.

В здании счетчики можно размещать открыто у стен или в приямках. В южных районах страны счетчики располагают за пределами здания в колодцах с гидроизоляцией во избежание проникания грунтовых и атмосферных вод. Глубину колодцев принимают равной глубине заложения водопроводной сети, а размеры в плане — не менее 1,2×1,2 м или диаметром не менее 1,25 м. При малой глубине заложения водопроводной сети глубина колодцев назначается исходя из возможности обслуживания счетчиков. Запрещается устанавливать счетчики в жилых помещениях, а также в кухнях жилых домов секционного типа.

Обводные линии у счетчиков, рассчитанных на пропуск полного расхода воды, предусматриваются в зданиях, оборудованных хозяйственно-противопожарным водопроводом, и в зданиях, в которых недопустим перерыв в подаче воды во время смены счетчика (больницы с хирургическим отделением и т. п.).

В жилых и общественных зданиях, оборудованных хозяйственно-питьевым водопроводом, обводных линий, как правило, не устраивают. В системах хозяйственно-противопожарных водопроводов под водомером предусматривают обводной трубопровод с запломбированной задвижкой.

29.2. Выбор и расчет счетчиков

Применяют счетчики следующих типов: скоростные крыльчатые, скоростные турбинные, диафрагмы. Для учета больших расходов, а также при необходимости передачи показаний расходомера на расстояние используют вставки с сужающими устройствами, в частности сопла Вентури.

Скоростные крыльчатые счетчики устанавливают при максимальном расчетном расходе воды до 2,8 л/с, скоростные турбинные счетчики — при большом расходе воды. Счетчики расхода воды (крыльчатые и турбинные), предназначаемые для установки на вводах внутренних водопроводных сетей, подбирают по максимальному суточному расходу воды (табл. 29.1).

Потери напора в счетчиках определяют по формуле

$$H = Sq^2, \quad (29.1)$$

где S — сопротивление счетчика, зависящее от его конструкции:

Калибр водомера, мм	15	20	30	40	50
Сопротивление счетчика, м . . .	14,4	5,1	1,3	0,32	0,0265
Калибр водомера, мм	80	100	150	200	
Сопротивление счетчика, м . . .	0,00207	0,000675	0,00013	0,0000453	

Примечание. При пропуске расходов воды на хозяйственно-питьевые нужды потери напора не должны превышать 2,5 м в крыльчатых счетчиках и 1 м в турбинных; при пожаре — соответственно 5 и 2,5 м.

ТАБЛИЦА 29.1

ТИПЫ И КАЛИБРЫ СЧЕТЧИКОВ РАСХОДА ВОДЫ

Типы счетчиков расхода воды	Калибр счетчика, мм	Номинальный расход, м³/ч	Допускаемые расходы	
			максимальный, м³/сутки	нижний предел измерения, м³/ч
Крыльчатые	15 20 25 32 40 50	1 1,6 2,5 4 6,3 10	6 10 14 20 40 60	0,04 0,06 0,08 0,105 0,170 0,22
Турбинные	50 80 100 150 200 250	15 45 75 160 165 410	140 500 880 2000 3400 5200	3 6 8 12 18 50

q — расход воды, принимаемый для крыльчатых водомеров в л/с, для турбинных в м³/ч или л/с.

Счетчики, устанавливаемые в жилых домах, должны удовлетворять условию

$$Q_{сут} \leqslant 2 Q_х,$$

где $Q_{сут}$ — суточный расход воды, м³;

$Q_х$ — характерный расход счетчика (расход, при котором потеря напора в счетчике равна 10 м).

29.3. Схемы и конструкции счетчиков расхода воды

Диаметр счетчика обычно меньше диаметра трубопровода, однако при обосновании гидравлическим расчетом устанавливают счетчики диаметром, равным диаметру трубопровода.

Крыльчатые счетчики присоединяют к трубопроводам на фланцах (рис. 29.1) или муфтах (рис. 29.2). При соединении муфтами у водомера должен быть предусмотрен сгон для быстрого снятия его без повреждения трубопровода. Крыльчатые водомеры необходимо устанавливать только горизонтально.

Турбинные водомеры присоединяют к трубопроводам на фланцах (рис. 29.3). Турбинные водомеры можно устанавливать как в горизонтальном, так и в наклонном положении, а также вертикально при условии движения воды снизу вверх. С каждой стороны водомера должны быть расположены запорные вентили или задвижки. Между водомером и вторым по движению воды запорным вентилем или задвижкой размещают контрольный кран для проверки точности показаний водомера. Для крыльчатых водомеров диаметр контрольного крана 15 мм, для турбинных (до 100 мм) — 20 мм.

Для турбинных водомеров диаметром 150 мм и более вместо контрольных кранов следует на ответвлении устанавливать тройники и вентили.

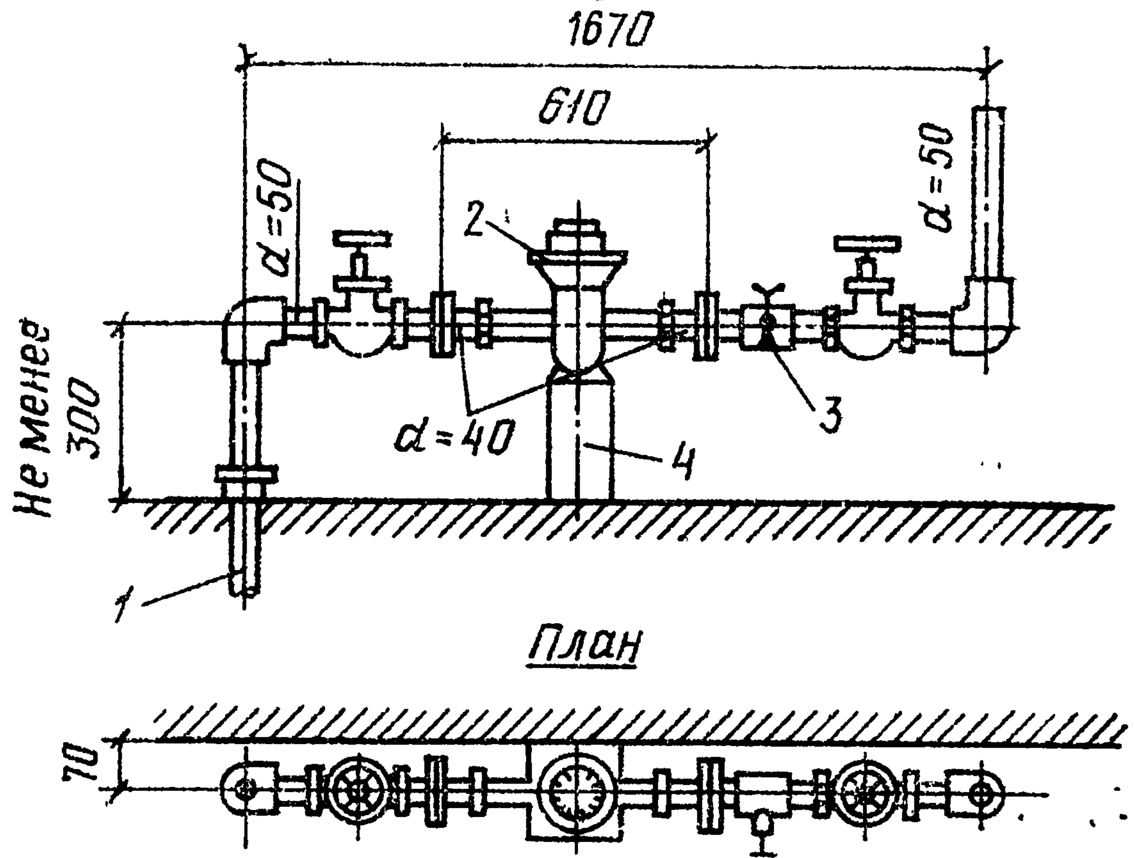


Рис. 29.1. Присоединение крыльчатого водомера к трубопроводу на фланцах

1 — ввод; 2 — водомер; 3 — контрольный кран; 4 — кирпичная или бетонная опора

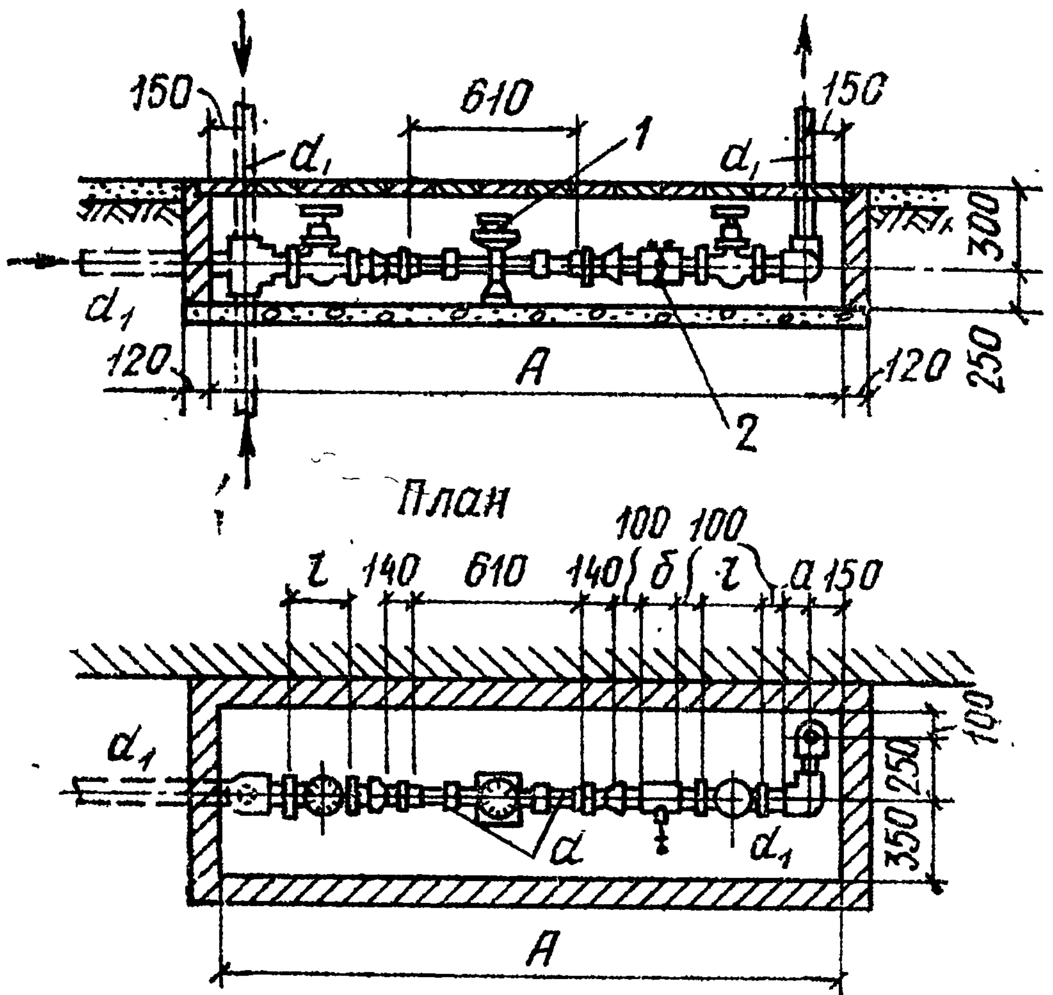
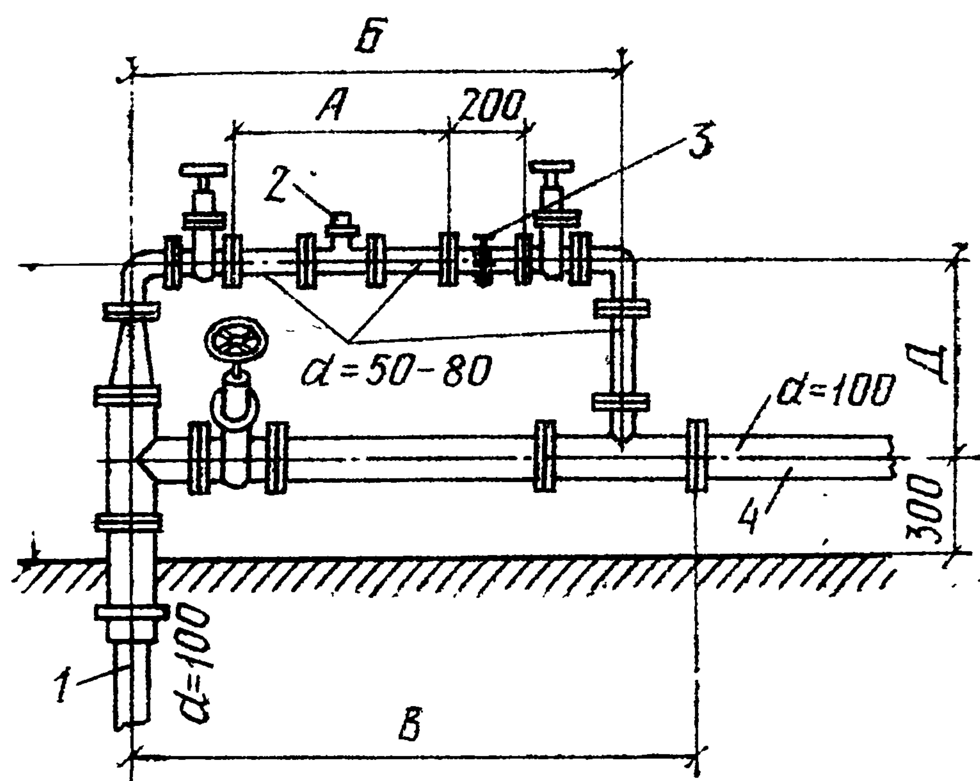


Рис. 29.2. Присоединение крыльчатого водомера к трубопроводу на муфтах

1 — водомер; 2 — контрольный кран

Диаметр водомера d, мм	Диаметр трубы d_1, мм	l	a	$б$	A
15	20	74	20	36	1930
20	25	84	22	32	1950
20	32	100	26	32	2002
30	40	126	30	34	2056
30	50	152	36	34	2128
40	50	152	36	34	2124
40	70	236	45	36	2326



29.3. Присоединение турбинного водомера к трубопроводу на фланцах

1 — ввод; 2 — водомер; 3 — контрольный кран; 4 — подача воды в сеть

Калибр водомера	А	Б	В	Г	Д
50 80	610 800	1360 1640	1560 1840	875 850	575 550

При отсутствии струевыпрямителей перед турбинными водомерами рекомендуется иметь прямой участок трубы, равный 8*d*, а после водомера — 3*d* (где *d* — диаметр трубы).

Глава 30. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ВОДОПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ

30.1. Методика расчета

Гидравлический расчет сетей внутренних водопроводов производится по наибольшему расчетному секундному расходу воды.

Хозяйственно-питьевые и производственные водопроводные сети, предназначенные также для пожаротушения, рассчитывают на подачу расчетного пожарного расхода воды при наибольшем расчетном секундном расходе воды на хозяйственно-питьевые и производственные нужды.

6л/с 1л/с 6л/с

q-13, l-20, d-150, i-61,7, h-1,2, v-1,7

13, 50, 100, 45,2, 2,2, 1,5

7, 50, 80, 57,3, 2,9, 1,4

6, 60, 70, 70,4, 8,2, 1,7

Рис. 30.1. Расчет водопроводной магистральной линии, питаемой одним вводом; потеря напора 1,2+2,2+2,9+ +6,2=12,5 м

Примечание. При определении расчетного секундного расхода воды с учетом противопожарного в производственных и вспомогательных зданиях промышленных предприятий расход воды на души, мытье и полив территории не учитывают.

Хозяйственно-питьевые, производственные и противопожарные водопроводные сети рассчитывают на действие водоразборных кранов, расположенных в самом высоком месте и в наибольшем отдалении от ввода.

Тупиковые магистрали, имеющие один ввод, рассчитывают на действие этого ввода (рис. 30.1). Схема кольцевой сети с тремя вводами приведена на рис. 30.2.

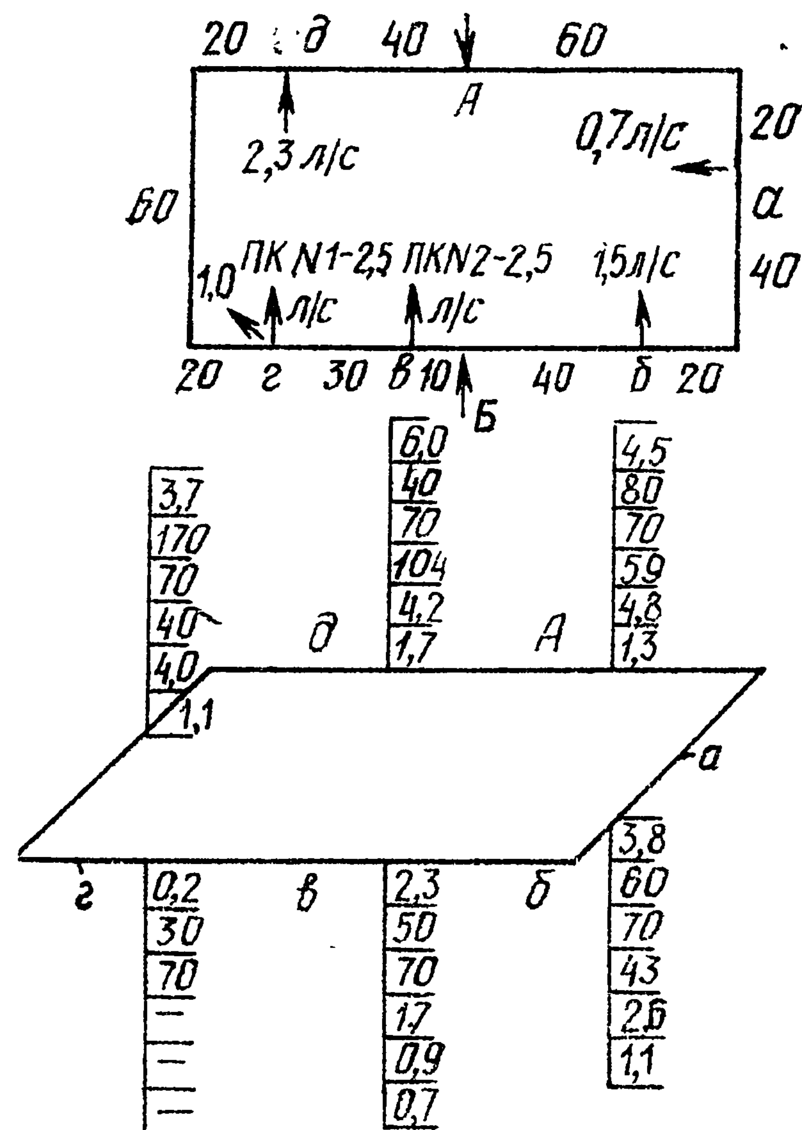


Рис. 30.2. Расчет водопроводной кольцевой сети

А — ввод действующий; *Б* — ввод недействующий; потери напора Аабв — 4,8+2,5+0,9=8,3 м; потери напора Адгв — 4,2+4=8,2 м

Все исходные и расчетные данные надо выписывать по каждому расчетному участку в такой последовательности: расход воды, л/с; длина участка, м; диаметр трубы, мм; потери напора на 1 м, мм; потери напора на участке, м; скорость воды, м/с.

30.2. Расчетные формулы

Расчетные расходы воды во внешних водопроводных сетях, прокладываемых в микрорайонах или кварталах, определяют по указаниям главы СНиП «Водоснабжение. Нормы проектирования».

Расчетный секундный расход воды $q_в$, л/с, на хозяйственно-питьевые нужды в производственных зданиях и бытовых помещениях определяют по формуле

$$q_в = \Sigma q_0 nk \qquad (30.1)$$

где q_0 — расчетный расход воды однотипными приборами, л/с;

n — число однотипных приборов;

k — коэффициент одновременного действия однотипных приборов (табл. 30.1).

Расчетный расход воды, л/с, в жилых домах квартирного и гостиничного типов с числом эквивалентов водоразбора до 5000 определяют по формуле

$$q_в = 0,2\sqrt[a]{N} + kN, \qquad (30.2)$$

где a — величина, зависящая от принятой нормы водопотребления на 1 человека в сутки:

ТАБЛИЦА 30.[illegible]

КОЭФФИЦИЕНТЫ ОДНОВРЕМЕННОГО ДЕЙСТВИЯ САНИТАРНЫХ ПРИБОРОВ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЯХ И БЫТОВЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Санитарные приборы	Коэффициент одновременного действия при различном числе установленных приборов								
	1	3	6	10	20	40	60	100	200
Умывальники	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Душевые сетки	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Писсуары:									
с автоматическими смывными бачками	1	1	1	1	1	1	1	1	1
настенные с кранами	1	0,7	0,5	0,4	0,34	0,3	0,3	0,25	0,25
Унитазы:									
со смывными кранами	1	0,3	0,25	0,2	0,15	0,1	0,1	0,1	0,005
» » бачками	1	0,75	0,65	0,6	0,5	0,45	0,4	0,4	0,4

Примечания: 1. При определении расчетного секундного расхода воды поливочными кранами расход воды питьевыми фонтанчиками и бидэ не учитывается.

2. Коэффициент одновременного действия раковин, моек и других приборов, не указанных в таблице, принимается по данным технологической части проекта.

3. Для автоматической промывки трех-четырех писсуаров устанавливают один бачок.

Норма водопотребления на 1 человека, л/сутки	100	125	150	200	250	300	350	400
a	2,2	2,16	2,15	2,14	2,05	2	1,9	1,85

Примечания: 1. За одну эквивалентную единицу принят расход воды 0,2 л/с водоразборным краном диаметром 15 мм (у раковины).

2. В жилых зданиях, оборудованных централизованным горячим водоснабжением, расчетные секундные расходы воды в сети холодного водопровода определяют по формулам и принимают с коэффициентом 0,7;

k — коэффициент, зависящий от числа эквивалентов водоразбора:

Количество эквивалентов	До 300	301—500	501—800	801—1200	1201 и более
k	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006

N — общее количество эквивалентов в здании или на участке сети (табл. 30.2).

Расчетный секундный расход воды на хозяйственно-питьевые нужды в административных зданиях, общежитиях, гостиницах и бытовых помещениях, банях и детских садах-яслях, магазинах, больницах и санаториях, домах отдыха, учебных заведениях и общеобразовательных школах, школах-интернатах, пионерских лагерях, поликлиниках и амбулаториях определяют по формуле

$$q_в = a \cdot 0{,}2\sqrt{N}, \qquad (30.3)$$

где N — суммарное число водоразборных кранов или приборов на расчетном участке в эквивалентных единицах;

a — коэффициент, принимаемый в зависимости от назначения зданий:

бани и детские сады-ясли	1,2
поликлиники, амбулатории	1,4
административные здания, магазины	1,5
учебные заведения, школы	1,8
больницы, санатории, дома отдыха, пионерские лагеря	2
общежития, гостиницы, школы-интернаты, пансионаты	2,5

Расчетные расходы воды в жилых домах приведены в табл. 30.2.

Расчетные секундные расходы воды на хозяйственно-питьевые нужды в общественных зданиях в зависимости от количества эквивалентных единиц на расчетном участке можно принимать по табл. 30.3.

На предприятиях общественного питания на технологические нужды принимают следующие расчетные расходы воды (л/с):

Моечная ванна	0,3
Раковина производственная	0,[illegible]
Посудомоечная машина	0,[illegible]
Картофелечистка	0,2
Картофелемойка	0,2
Котел варочный	0,3

Примечание. Расход воды на холодильные установки принимают по техническим характеристикам оборудования

Расчетный расход воды в зрелищных предприятиях и спортивных сооружениях, а также предприятиях общественного питания назначают с учетом коэффициента одновременного действия санитарных приборов и оборудования (табл. 30.4).

Расчетный секундный расход воды, л/с, в бане и коммунальной прачечной определяют по формуле

$$q_в = \Sigma q_0 n a', \qquad (30.4)$$

где q_0 — расчетный расход одним однотипным санитарным прибором или машиной;

n — количество однотипных санитарных приборов и машин;

a' — одновременность действия санитарных приборов и машин: смывных бачков и писсуаров — 50%, душей нижних и ребристых — 100%, водоразборных колонок — 100%, ножных ванн и умывальников — 30%, до трех стиральных машин — 100%; от четырех до восьми стиральных машин — 80%, девять и более машин — 70%.

Расчетный секундный расход воды для стиральных машин принимается в зависимости от способа стирки белья: при стирке без протока моющей жидкости — 0,14 л/с холодной воды и 0,08 л/с горячей воды; при стирке с протоком моющей жидкости — 0,02 л/с только холодной воды.

ТАБЛИЦА 30.2

РАСЧЕТНЫЕ РАСХОДЫ ВОДЫ В ЖИЛЫХ ДОМАХ

Количество эквивалентных единиц	Расходы воды, л/с, при норме водопотребления на 1 человека, л/сутки						
	100	125	150	200	250	300	400
	при коэффициенте неравномерности водопотребления						
	2,2	2,16	2,15	2,14	2,05	2	1,85
2	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,29
3	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,35	0,37
4	0,37	0,39	0,39	0,39	0,4	0,41	0,44
5	0,41	0,43	0,43	0,43	0,45	0,46	0,49
6	0,46	0,47	0,48	0,48	0,49	0,5	0,54
7	0,5	0,5	0,5	0,5	0,53	0,54	0,58
8	0,53	0,54	0,55	0,55	0,57	0,59	0,63
9	0,56	0,57	0,58	0,58	0,6	0,62	0,67
10	0,57	0,6	0,61	0,63	0,64	0,65	0,71
12	0,64	0,66	0,66	0,66	0,7	0,71	0,78
14	0,7	0,72	0,73	0,74	0,77	0,78	0,86
16	0,74	0,75	0,76	0,78	0,81	0,83	0,92
18	0,78	0,8	0,81	0,81	0,86	0,89	0,99
20	0,82	0,84	0,85	0,85	0,9	0,93	1,04
25	0,91	0,93	0,94	0,95	1,01	1,05	1,18
30	1	1,02	1,02	1,04	1,11	1,15	1,32
35	1,08	1,11	1,12	1,12	1,21	1,25	1,36
40	1,15	1,19	1,19	1,2	1,29	1,34	1,38
45	1,22	1,25	1,27	1,28	1,37	1,43	1,64
50	1,28	1,32	1,33	1,34	1,44	1,52	1,75
60	1,4	1,46	1,46	1,47	1,58	1,67	1,96
70	1,5	1,57	1,58	1,6	1,73	1,81	2,12
80	1,61	1,68	1,7	1,71	1,86	1,95	2,24
90	1,7	1,79	1,79	1,81	1,98	2,07	2,43
100	1,82	1,88	1,91	1,92	2,1	2,2	2,62
120	2	2,06	2,09	2,12	2,3	2,43	2,88
140	2,21	2,29	2,3	2,32	2,51	2,65	3,17
160	2,33	2,42	2,44	2,48	2,7	2,85	3,42
180	2,47	2,56	2,58	2,62	2,84	3	3,64
200	2,63	2,74	2,76	2,78	3,04	3,23	3,89
220	2,77	2,86	2,9	2,94	3,22	3,41	4,08
240	2,91	2,02	3,06	3,06	3,38	3,58	4,34
260	3,03	3,14	3,18	3,2	3,52	3,75	4,52
280	3,15	3,28	3,33	3,34	3,7	3,91	4,74
300	3,26	3,4	3,43	3,46	3,83	4,07	4,93
320	3,74	3,87	3,9	3,92	4,3	4,54	5,46
340	3,87	3,99	4,02	4,06	4,46	4,71	5,67
360	3,99	4,12	4,14	4,2	4,58	4,88	5,88
380	4,12	4,28	4,32	4,32	4,72	5,04	6,07
400	4,25	4,42	4,44	4,48	4,94	5,2	6,4
450	4,63	4,77	4,8	4,88	5,31	5,59	6,73
500	4,93	5,06	5,08	5,16	5,51	5,97	7,14
550	5,73	5,92	5,94	6,02	6,53	6,89	8,25
600	6,08	6,26	6,3	6,34	6,9	7,3	8,68
650	6,46	6,6	6,67	6,7	7,3	7,7	9,22
700	6,76	7	7,03	7,06	7,7	8,09	9,69
750	7,07	7,33	7,36	7,4	8,08	8,48	10,1
800	7,4	7,63	7,71	7,8	8,36	8,86	10,56
850	8,58	8,81	8,87	8,95	9,63	10,08	11,85
900	8,93	9,19	9,22	9,30	9,99	10,50	12,28
950	9,25	9,55	9,63	9,65	10,34	10,91	12,86
1000	9,64	9,92	9,96	10,04	10,64	11,32	13,34
1100	10,2	10,46	10,68	10,78	11,56	12,14	14,83
1200	11,02	11,16	11,41	11,48	12,34	12,93	15,15
1300	13	13,32	13,4	13,46	14,36	15,01	17,38
1400	13,8	14,12	14,2	14,32	15,26	15,83	18,2
1500	14,54	14,9	14,98	15,08	16,02	16,74	19,1
1600	15,32	15,69	15,78	15,88	16,91	17,6	20,4
1700	16,08	16,46	16,57	16,66	17,73	18,45	21,34
1800	16,84	17,23	17,34	17,44	18,54	19,29	22,3
1900	17,57	18	18,1	18,21	19,35	20,12	23,24
2000	18,33	18,75	18,86	18,97	20,15	20,94	24,17
2200	19,81	20,25	20,37	20,49	21,74	22,58	26,01
2400	21,28	21,74	21,87	22	23,31	24,2	27,83
2600	22,73	23,22	23,35	23,48	24,86	25,8	29,62
2800	24,18	24,69	24,82	24,96	26,41	27,38	31,4

Продолжение табл. 30.2

Количество эквивалентных единиц	Расходы воды, л/с, при норме водопотребления на 1 человека, л/сутки						
	100	125	150	200	250	300	400
	при коэффициенте неравномерности водопотребления						
	2,2	2,16	2,15	2,14	2,05	2	1,85
3000	25,61	26,14	26,28	26,43	27,94	28,95	33,15
3200	27,04	27,59	27,74	27,89	29,46	30,51	34,89
3400	28,46	29,03	29,18	29,34	30,96	32,06	36,62
3600	29,87	30,46	30,62	30,78	32,46	33,6	38,32
3800	31,28	31,88	32,05	32,22	33,95	35,13	40,02
4000	32,68	33,30	33,47	33,65	35,43	36,65	41,71
4200	34,07	34,72	34,89	35,06	36,9	38,16	43,38
4400	35,46	36,12	36,3	36,48	38,38	39,67	45,04
4600	36,83	37,53	37,71	37,89	39,84	41,16	46,7
4800	38,22	38,82	39,11	39,3	41,3	42,66	48,34
5000	39,6	40,32	40,51	40,7	42,75	44,14	49,97

ТАБЛИЦА 30.3

РАСЧЕТНЫЕ РАСХОДЫ ВОДЫ НА ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВЫЕ НУЖДЫ В ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЯХ

Количество эквивалентных единиц	Расчетные расходы, л/с, в общественных зданиях					
	банях и детских садах-яслях	поликлиниках, амбулаториях	административных зданиях, магазинах	учебных заведениях, общеобразовательных школах	больницах, санаториях, домах отдыха, пионерских лагерях	общежитиях, гостиницах, школах-интернатах, пансионатах
1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
2	0,35	0,39	0,4	0,4	0,4	0,4
3	0,42	0,48	0,52	0,6	0,6	0,6
4	0,48	0,56	0,6	0,72	0,8	0,8
5	0,54	0,63	0,67	0,81	0,9	1
6	0,59	0,69	0,74	0,88	0,98	1,22
7	0,64	0,74	0,8	0,96	1,06	1,32
8	0,67	0,79	0,85	1,02	1,13	1,41
9	0,72	0,84	0,9	1,08	1,2	1,5
10	0,76	0,88	0,95	1,13	1,26	1,58
12	0,83	0,97	1,04	1,24	1,38	1,73
14	0,9	1,05	1,12	1,34	1,5	1,87
16	0,96	1,12	1,2	1,44	1,6	2
18	1,02	1,19	1,27	1,52	1,69	2,12
20	1,07	1,25	1,34	1,61	1,79	2,23
25	1,2	1,4	1,5	1,8	2	2,5
30	1,31	1,53	1,64	1,97	2,2	2,74
35	1,42	1,66	1,78	2,14	2,37	2,96
40	1,52	1,77	1,9	2,28	2,53	3,16
45	1,61	1,88	2,01	2,42	2,68	3,35
50	1,7	1,98	2,12	2,54	2,83	3,54
55	—	2,08	2,22	2,67	2,97	3,71
60	—	2,17	2,32	2,79	3,1	3,88
65	—	2,26	2,42	2,9	3,22	4,03
70	—	2,34	2,51	3,02	3,53	4,18
75	—	2,42	2,6	3,12	3,46	4,33
80	—	2,5	2,68	3,22	3,58	4,47
85	—	2,58	2,77	3,32	3,69	4,61
90	—	2,66	2,84	3,42	3,8	4,75
95	—	2,73	2,93	3,51	3,9	4,88

Продолжение табл. 30.3

Количество эквивалентных единиц	Расчетные расходы, л/с, в общественных зданиях					
	банях и детских садах-яслях	в поликлиниках, амбулаториях	административных зданиях, магазинах	учебных заведениях, общеобразовательных школах	больницах, санаториях, домах отдыха, пионерских лагерях	общежитиях, гостиницах школах-интернатах, пансионатах
100	—	2,8	3,00	3,60	4	5
120	—	—	3,29	3,94	4,38	5,48
140	—	—	3,56	4,26	4,73	6,91
160	—	—	3,8	4,55	5,06	6,33
180	—	—	4,03	4,82	5,36	6,71
200	—	—	4,24	5,08	5,65	7,07
220	—	—	4,45	5,34	5,93	7,42
240	—	—	4,64	5,57	6,2	7,74
260	—	—	4,84	5,81	6,45	8,06
280	—	—	5,02	6,02	6,69	8,36
300	—	—	5,2	6,24	6,93	8,66

ТАБЛИЦА 30.4

КОЭФФИЦИЕНТ ОДНОВРЕМЕННОГО ДЕЙСТВИЯ САНИТАРНЫХ ПРИБОРОВ В ЗРЕЛИЩНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ, СПОРТИВНЫХ СООРУЖЕНИЯХ И ПРЕДПРИЯТИЯХ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ

Санитарные приборы	Коэффициент одновременного действия санитарных приборов		
	в кинотеатрах, клубах, спортивных сооружениях	театрах, цирках	предприятиях общественного питания
Умывальники	0,8	0,6	0,8
Смывные бачки	0,7	0,5	0,6
Писсуары	1	0,8	0,5
Души	1	1	1
Мойки в буфетах	1	1	—
Машины посудомоечные	—	—	1

Расчетный расход воды, подаваемой в запасные баки бань и прачечных, определяют по формуле

$$q=\frac{Q}{3600\cdot 1000}, \qquad (30.5)$$

где Q — расчетный часовой расход воды, м^3.

30.3. Определение диаметров трубопроводов

Диаметр труб отдельных ответвлений от магистральных трубопроводов определяется не по расчетным формулам, а по табл. 30.5.

Диаметр труб отдельных участков водопроводной сети предварительно можно подобрать в зависимости от суммарной нагрузки, выраженной в эквивалентных единицах:

ТАБЛИЦА 30.5

ДИАМЕТР ТРУБ ОТВЕТВЛЕНИЙ, РАСЧЕТНЫЙ РАСХОД ВОДЫ И ВЕЛИЧИНА ЭКВИВАЛЕНТА САНИТАРНЫХ ПРИБОРОВ

Санитарный прибор	Диаметр труб, мм	Расход воды, л/с	Эквивалент
Кран:			
раковины или мойки в квартире	15	0,2	1
мойки в предприятиях общественного питания	15—20	0,2—0,3	1—1,5
банный	20	0,4	2
лабораторной раковины	10—15	0,1	0,5
лабораторной мойки	15	0,2	1
лабораторный для водоструйных насосов	15	0,15	0,7
Туалетный кран умывальника	10—15	0,07	0,33
Умывальник круглый с веерным разбрызгиванием воды на 1 место	10—15	0,07	0,33
Кран писсуара настенного	10—15	0,035	0,17
Смеситель ванны при централизованном горячем водоснабжении	15	0,3	1,5
Ванна с водонагревателем:			
на твердом топливе	15	0,2	1
на газовом топливе	15	0,2	1
Ванна ножная	15	0,12	0,6
Ребристый душ	25—32	0,4	2
Нижний (восходящий) душ	20	0,3	1,15
Смывной бачок	10—15	0,1	0,5
Кран:			
смывной унитаза	25—32	1,2—1,4	6—7
видуара (слива)	15	0,2	1
Бидэ и гигиенический душ	10—15	0,07	0,33
Душ:			
в групповых установках	15	0,2	1
в квартирах	15	0,14	0,67
Питьевой фонтанчик	10—15	0,035	0,17
Писсуары с автоматической промывкой	15	0,3	1,5
Поливочные краны	25	0,5	2,5

Сумма эквивалентов	1	3	6	12	20
Диаметр труб, мм	10—15	15	20	25	32

Примечания: 1. Диаметр подводящей трубы к двум водонагревателям (колонкам), работающим на газовом или твердом топливе, а также к двум душам должен быть не менее 20 мм.

2. Диаметр подводящей трубы к двум водоразборным кранам в мойках, устанавливаемых в предприятиях общественного питания, принимается 25 мм.

3. В жилых зданиях высотой от трех до пяти этажей стояки на всей высоте могут иметь одинаковый диаметр.

Водопроводные сети, питаемые несколькими вводами, рассчитывают с учетом выключения одного из них. Диаметры труб внутренних водопроводных сетей назначают из расчета наибольшего использования гарантийного напора в наружной водопроводной сети.

Скорости движения воды в стальных трубах внутренних водопроводных сетей диаметром до 400 мм при

…венно-питьевом водоразборе не должны превы… в магистралях и стояках 1,5 м/с, в подводках к …зборным точкам 2,5 м/с; при производственном …зборе в магистралях и стояках не более 1,2 м/с …пизодических расходах скорости могут быть уве… до 3 м/с, при пожаре — до 4—5 м/с).

30.4. Потери напора и удельные сопротивления в трубопроводах

Потери напора в трубопроводах можно определять …формуле

$$h = Alq^2, \qquad (30.6)$$

l — длина трубопровода, м;
q — расход воды, л/с или м³/с;
A — удельное сопротивление труб.

Для стальных труб диаметром 10—400 мм удель… сопротивления принимают по табл. 30.6.

ТАБЛИЦА 30.6

…ДЕЛЬНЫЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ A ДЛЯ СТАЛЬНЫХ ТРУБ

$D_у$, мм	A	$D_у$, мм	A
Для расходов, л/с			
10	32,95	50	0,01108
15	8,809	70	0,002893
20	1,643	80	0,001168
26	0,4367	100	0,000267
32	0,09386	125	0,00008623
40	0,04453	150	0,00003395
Для расходов, м³/с			
175	18,96	300	0,9392
200	9,273	325	0,6088
225	4,822	350	0,4078
250	2,583	400	0,2062

Для чугунных труб диаметром 50—300 мм прини…ают следующие значения удельных сопротивлений …ля расходов, м³/с):

Диаметр условного прохода, мм	50	80	100	125
A	13 360	1 044	339,1	103,5
Диаметр условного прохода, мм	150	200	250	300
A	39,5	8,6	2,64	0,986

Примечание. Формула (30.6) применима при скоростях …вижения воды в трубах более 1,2 м/с; при меньших скоростях …еличина A принимается с коэффициентом k

Скорость движения воды, м/с	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
k	1,41	1,28	1,2	1,15	1,115
Скорость движения воды, м/с	0,7	0,8	0,9	1	1,1
k	1,085	1,06	1,04	1,035	1,015

Для стальных труб (ГОСТ 8732—70) необходимо вводить поправочные коэффициенты на толщину стенок, так как удельные сопротивления A принимались из расчета толщины стенок труб 10 мм, кроме того, для этих труб вводятся поправочные коэффициенты на скорость движения в зависимости от толщины стенок.

При применении чугунных водопроводных труб необходимо вводить поправочные коэффициенты на величину A и скорость движения воды.

Потери напора в пластмассовых трубах рекомендуется определять по формуле

$$1000\, i = 0,25 \frac{Q^{1,774}}{d^{4,774}}, \qquad (30.7)$$

где i — гидравлический уклон;
Q — расход воды, л/с;
d — внутренний диаметр трубы, дм.

30.5. Требуемый напор в наружной водопроводной сети

Требуемый напор H в наружной сети у ввода в здание определяют по формуле

$$H = h_1 + h_2 + h_3, \qquad (30.8)$$

где h_1 — высота расположения расчетной точки водопотребления от поверхности земли, м;
h_2 — потери напора во внутренней сети, включая потери на преодоление местных сопротивлений и потери во вводе и в водомере, м;
h_3 — необходимый свободный напор у точки водопотребления, в том числе и пожарного крана, м вод. ст.

Примечание. Расчет производят для самой неблагоприятной точки водоразбора (наиболее отдаленной и высокорасположенной с наибольшим необходимым свободным напором).

Если давление в наружной сети H_0 меньше требуемого H, можно принять одно из следующих решений:

1) выделить водопотребителей, требующих высокого напора, в отдельную сеть и повысить давление только в этой сети;

2) увеличить диаметр труб внутренней сети с целью уменьшения потерь напора в сети и уменьшения H до величины H_0;

3) повысить давление в наружной сети;

4) установить насос внутри здания для повышения давления во всей внутренней сети или в сети, обслуживающей верхние этажи, с устройством зонного водопровода.

Решения по пп. 1, 2 и 3 применимы для водопроводов производственных и вспомогательных зданий. Для жилых и общественных зданий следует использовать решения по пп. 2 и 4.

Давление, развиваемое насосами, должно быть равно разности давлений потребного H и располагаемого (гарантируемого) в наружной сети H_0.

Если давление в наружной сети значительно превышает требуемое $H_0 > H$, можно уменьшить диаметры труб на некоторых участках внутренней водопроводной сети.

При расчете внутренних водопроводных сетей необходимо дополнительно учитывать потери напора на преодоление местных сопротивлений, выраженные в процентах от потерь напора на трение в сети:

для производственных и вспомогательных зданий:

в сети хозяйственно-питьевого водопровода — 20%;

в сети производственного и объединенного противопожарно-хозяйственного или противопожарно-производственного водопровода — 15%;

в сети противопожарного водопровода — 10%;

для жилых и общественных зданий:

в сети хозяйственно-питьевого водопровода — 30%;

в сети объединенного противопожарного и хозяйственно-питьевого водопровода — 20%;

в сети противопожарного водопровода — 10%.

Для противопожарных водопроводов общественных зданий, а также для сетей, работающих под небольшим напором (сети, питаемые от баков), потери напора на преодоление местных сопротивлений учитывают особо и определяют по формуле

$$h = \zeta \frac{v^2}{2g}, \qquad (30.9)$$

где ζ — коэффициент местного сопротивления;
v — скорость воды, м/с;
g — ускорение свободного падения.

Глава 31. НАСОСЫ И НАСОСНЫЕ УСТАНОВКИ

31.1. Типы насосов

Центробежные насосы классифицируются следующим образом:

по числу колес — одноколесные и многоколесные;

по создаваемому напору — низконапорные ($H<20$ м), средненапорные ($H=20...60$ м), высоконапорные ($H>60$ м);

по способу подвода воды к колесу — односторонние и двухсторонние;

по расположению вала — горизонтальные и вертикальные;

по способу соединения с двигателями — приводные (со шкивом или редуктором), соединенные непосредственно с двигателями при помощи муфты, и моноблок-насосы, в которых рабочее колесо установлено на конце вала электродвигателя;

по признаку погружения под уровень воды — артезианские (глубинные) и погружные.

Каждой частоте вращения насоса соответствует своя характеристика, изменяющаяся при изменении частоты вращения. Новую характеристику строят на основании следующих зависимостей:

$$\frac{Q}{Q_1} = \frac{n}{n_1}; \quad \frac{H}{H_1} = \left(\frac{n}{n_1}\right)^2;$$

$$\frac{N}{N_1} = \left(\frac{n}{n_1}\right)^2, \qquad (31.1)$$

где Q, H, N — расход воды, напор и мощность насоса при исходной частоте вращения n;
Q_1, H_1, N_1 — расход воды, напор и мощность насоса при новой частоте вращения n_1.

Для повышения производительности насосной станции насосы включают в сеть водопровода параллельно; для повышения напора насосы включают последовательно.

При обточке колес подача воды и напор центробежного насоса изменяются по зависимостям:

$$\frac{Q}{Q_1} = \frac{D_{обт}}{D_{норм}}; \quad \frac{H_1}{H} = \left(\frac{D_{обт}}{D_{норм}}\right)^2, \qquad (31.2)$$

где Q и H — параметры насоса при нормальном колесе диаметром $D_{норм}$;
Q_1 и H_1 — параметры насоса при обточенном колесе диаметром $D_{обт}$.

Если насос установлен выше уровня воды в приемном резервуаре, необходима заливка его водой. Насос может быть залит из напорного трубопровода, для чего на всасывающем трубопроводе устанавливают обратный клапан с сеткой. Применяют также отсасывание воздуха эжектором, который присоединяют к самой верхней части корпуса насоса. Перед пуском эжектора задвижку на напорном трубопроводе закрывают. Для работы эжектора используется вода из напорного трубопровода.

Для пуска насоса в работу можно отсасывать воздух вакуум-насосом.

Продолжительность заполнения всасывающих линий водой не должна превышать: для производственных и хозяйственных насосов 5 мин., пожарных насосов 3 мин.

31.2. Основные технические данные и конструктивные особенности насосов

По конструктивным особенностям современные центробежные насосы подразделяются следующим образом: одноколесные с односторонним подводом воды; одноколесные с двухсторонним подводом воды; многоколесные, в основном с односторонним подводом воды (могут быть секционные или спирального типа). Насосы указанных типов могут быть горизонтальными и вертикальными.

Многоколесные секционные насосы имеют большое осевое усилие. Достоинством их является возможность изменения напора путем увеличения или уменьшения числа колес.

Вертикальные насосы используют при больших колебаниях уровня воды в источнике, а также для подъема подземных вод из водяных скважин.

Осевые насосы просты, компактны, имеют меньшую массу по сравнению с центробежными; их можно использовать для перекачки загрязненной жидкости и устанавливать на вертикальной, горизонтальной или наклонной трубе. Пуск осевых насосов следует производить при открытой задвижке. Регулирование подачи воды при помощи задвижки невыгодно, так как при этом резко падает коэффициент полезного действия.

Регулирование подачи осевого насоса возможно при применении двигателей, допускающих изменение частоты вращения гидромуфт, рабочих колес с поворотными лопастями. Осевые насосы работают с отрицательной высотой всасывания (с подпором).

31.3. Расположение насосных установок

При постоянном или периодическом недостатке напора в наружной водопроводной сети для повышения напора во внутренних сетях зданий предусматривают насосные установки для одного или нескольких зданий.

Применяют насосные установки следующих типов:

а) с бесперебойно или периодически действующими насосами;

б) с периодически действующими насосами, работающими совместно с водонапорными или гидропневматическими баками.

Резервные агрегаты для тушения внутреннего пожара не устанавливают в следующих случаях: а) в про-

...енных зданиях, когда расход воды на тушение ...жного пожара не превышает 20 л/с; б) в вспо...ных зданиях и складах, не оборудованных ...ами автоматического пожаротушения, где для ... внутреннего пожара предусматривается только ... струя; в) в жилых, общественных и вспомога... зданиях при расчетном действии одной пожарной струи.

При установке до четырех рабочих насосов прини... один резервный агрегат; при установке четырех — ... насосов — два агрегата.

Примечание. Для производственных водопроводов, ... перерыв в подаче воды может привести к значительному ... нужно принимать два резервных агрегата при числе ра... насосов от одного до шести.

В жилых домах высотой 17—25 этажей пожарные ... включаются дистанционно и автоматически.

В насосных установках противопожарных водопро... зданий с зонным водопроводом, особо ответствен... зданий, зданий кинотеатров, клубов, домов куль... конференц-залов, актовых залов и зданий, обо... ванных спринклерными и дренчерными установками, ...сматривают автоматический и дистанционный пуск ...в. кроме ручного включения насосов из помеще... насосной станции.

При заборе воды насосами непосредственно из во...водной сети должно обеспечиваться постоянное ...ление в сети во избежание образования вакуума на ...стке сети перед насосами, при этом минимально до...тимое давление на вводе должно быть не более ... м вод. ст. Насосы в этом случае рассчитывают на ...меньшее давление в водопроводной сети и проверя... на работу при наибольшем давлении в наружной се... При давлении в наружной сети более 15 м вод. ст. ...можность установки насоса принятой конструкции ...жна подтверждаться заводом-изготовителем.

Насосы (кроме пожарных) запрещено располагать ...посредственно под жилыми квартирами, детскими или ...упповыми комнатами детских садов и яслей, класса... общеобразовательных школ, больничными помеще...ями, рабочими комнатами административных зданий, ...диториями учебных заведений и другими подобными ...мещениями.

Пожарные насосы и пневматические установки мож... размещать в первых и подвальных этажах, в изоли...ованных отапливаемых помещениях I и II степени ...гнестойкости, имеющих отдельный выход наружу или на лестничную клетку.

Примечание. Гидропневматические баки допускается располагать в верхних технических этажах.

Производительность хозяйственно-питьевых и производственных насосных установок без регулирующей емкости определяют по расчетному секундному расходу воды, а установок с регулирующей емкостью — по максимальному часовому расходу воды.

При заборе воды насосами из резервуаров принимается не менее двух всасывающих линий независимо от числа групп насосов (с учетом пожарных насосов). Всасывающие линии рассчитывают на пропуск полного расчетного расхода воды при условии выключения одной из всасывающих линий на ремонт.

Устройство одной всасывающей линии допускается при установке насосов без резервных агрегатов.

Насосы необходимо соединять с электродвигателями на одном валу. У каждого насоса на напорной линии устанавливают манометр, обратный клапан и задвижку.

При питании насосов из резервуара и расположении их ниже уровня воды в резервуаре «под залив» необходимо на всасывающих линиях установить задвижки, а при размещении насосов выше уровня воды в резервуаре следует предусматривать устройство по обеспечению заливки насосов (водопроводный бачок, вакуум-насос и др.).

Вокруг насосов должны быть свободные проходы. Между оборудованием насосных установок принимаются следующие наименьшие расстояния:

а) от бокового обреза фундамента электродвигателя с насосом до стены помещения, а также между соседними фундаментами — 700 мм;

б) от торцевого обреза фундамента электродвигателя с насосом до стены помещения — 1000 мм, а со стороны электродвигателя — не менее расстояния, необходимого для вытаскивания ротора электродвигателя без снятия последнего с фундамента.

Примечание. Насосы с диаметром нагнетательного патрубка до 100 мм включительно допускается устанавливать вдоль стен и перегородок без прохода между агрегатом и стеной или перегородкой, но на расстоянии не менее 200 мм от фундамента здания. Допускается размещение двух агрегатов на одном фундаменте без прохода между ними, но предусматривается проход шириной не менее 0,7 м вокруг сдвоенной установки. Фундаменты под насосы должны выступать над полом не менее чем на 0,2 м.

Насосы производственных водопроводов в отдельных случаях размещают на рамах без фундаментов.

Насосы с диаметром напорного патрубка до 100 мм включительно, приводимые в действие низковольтными электродвигателями, можно располагать у стены без прохода между агрегатом и стеной.

В необходимых случаях для снижения шума насосные агрегаты оборудуют надежными звукоизолирующими устройствами, состоящими из эластичных патрубков (длиной не менее 1 м), на всасывающем и напорном трубопроводах и устанавливают на виброизолирующих основаниях. Насосы хозяйственно-питьевого водоснабжения жилых и общественных зданий должны быть обязательно снабжены звукоизолирующими устройствами.

В зависимости от площади помещения насосы могут быть установлены или параллельно друг другу (рис. 31.1), или цепочкой (рис. 31.2).

При питании насосов из водопроводной сети следует предусматривать обводную линию с задвижками и обратным клапаном для подачи воды во внутреннюю сеть, минуя насосы.

При постоянном повышении давления во внутренней сети и для создания более высокого давления на отдельных участках сети устанавливают насосы двух групп: хозяйственные и пожарные. Вводы перед насосами объединяют.

При установке перед насосами водомера устраивают обводную линию для возможности работы насосов при снятом водомере.

При неравномерном давлении во внутренней сети и периодическом выключении насосов необходимо автоматизировать их работу для обеспечения требуемого давления.

Для уменьшения шума требуется тщательно заделать отверстия и неплотности в строительных конструкциях, а также применить акустическую штукатурку стен и потолков насосных помещений.

Трубы, проходящие через стены и перекрытия, отделяющие насосные от других помещений, обертывают резиновым полотном или асбестовым картоном и прокладывают в гильзах. Зазоры между прокладками и трубами заделывают мастикой.

Ввиду того что пожарные насосы работают лишь в особых случаях, меры по борьбе с шумом не предусматривают.

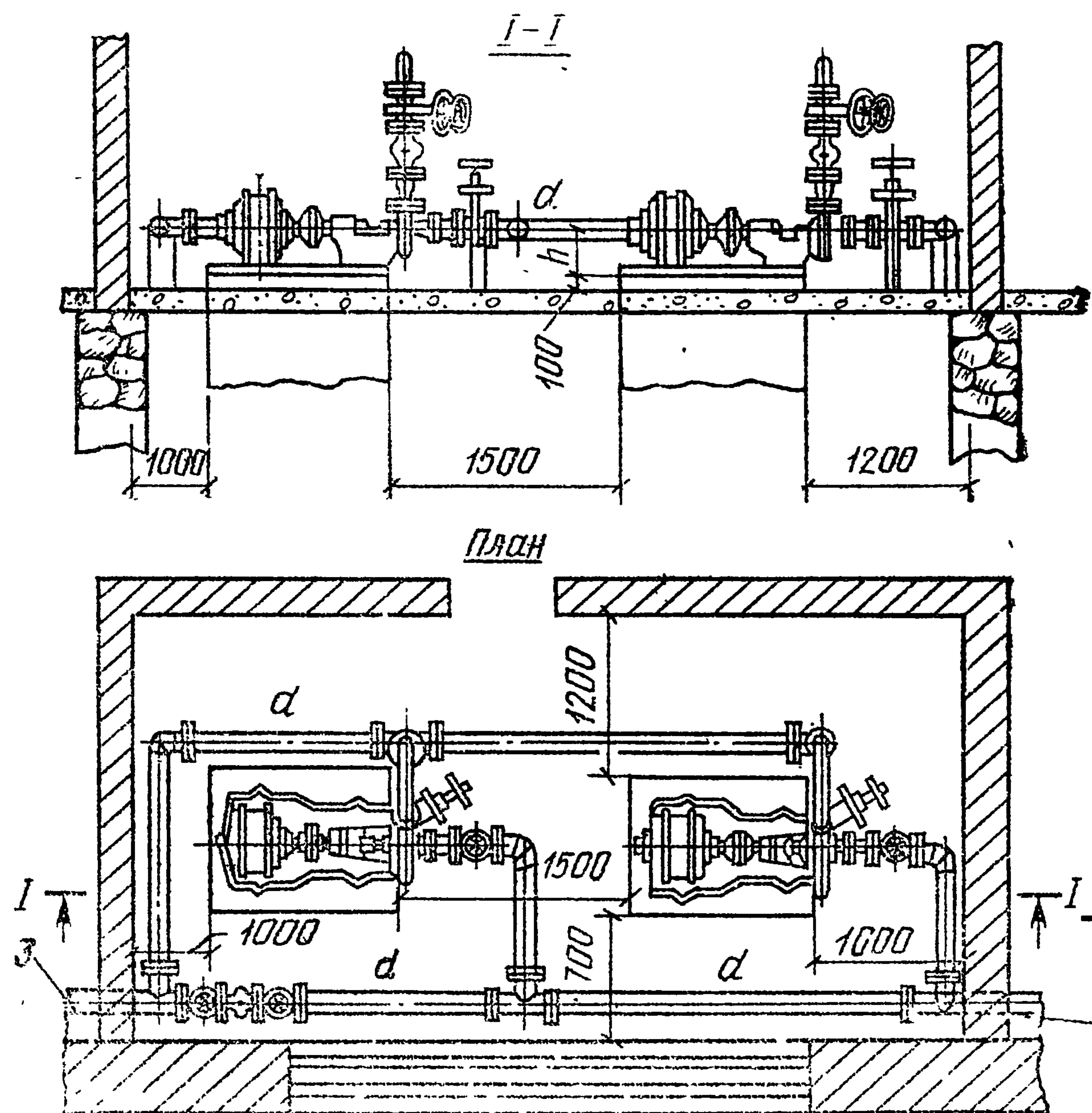
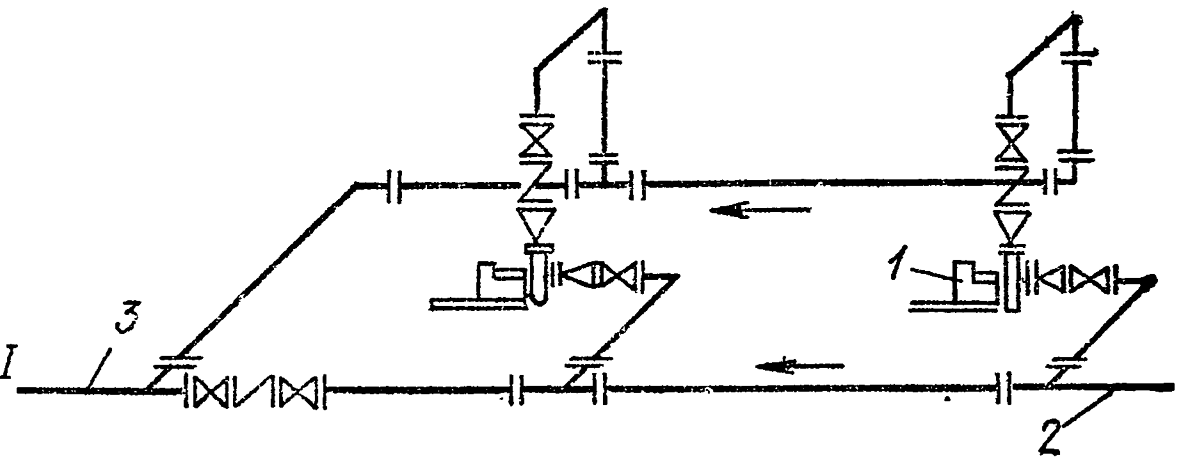
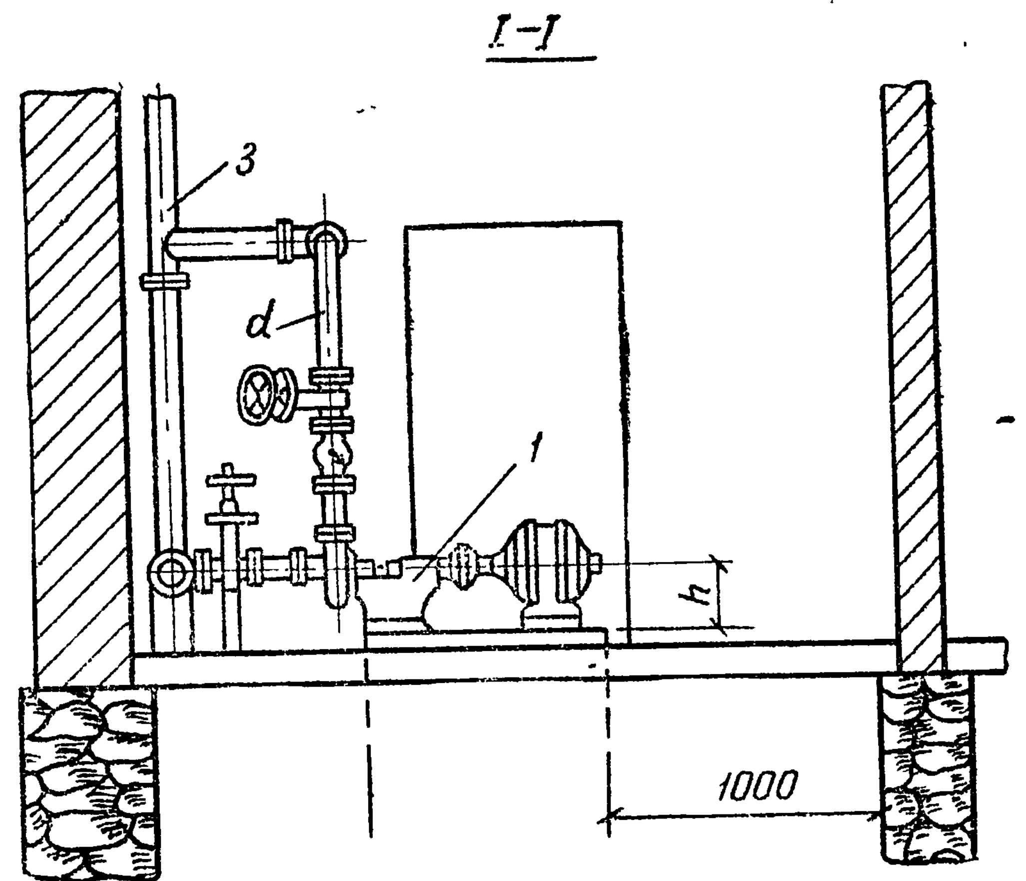
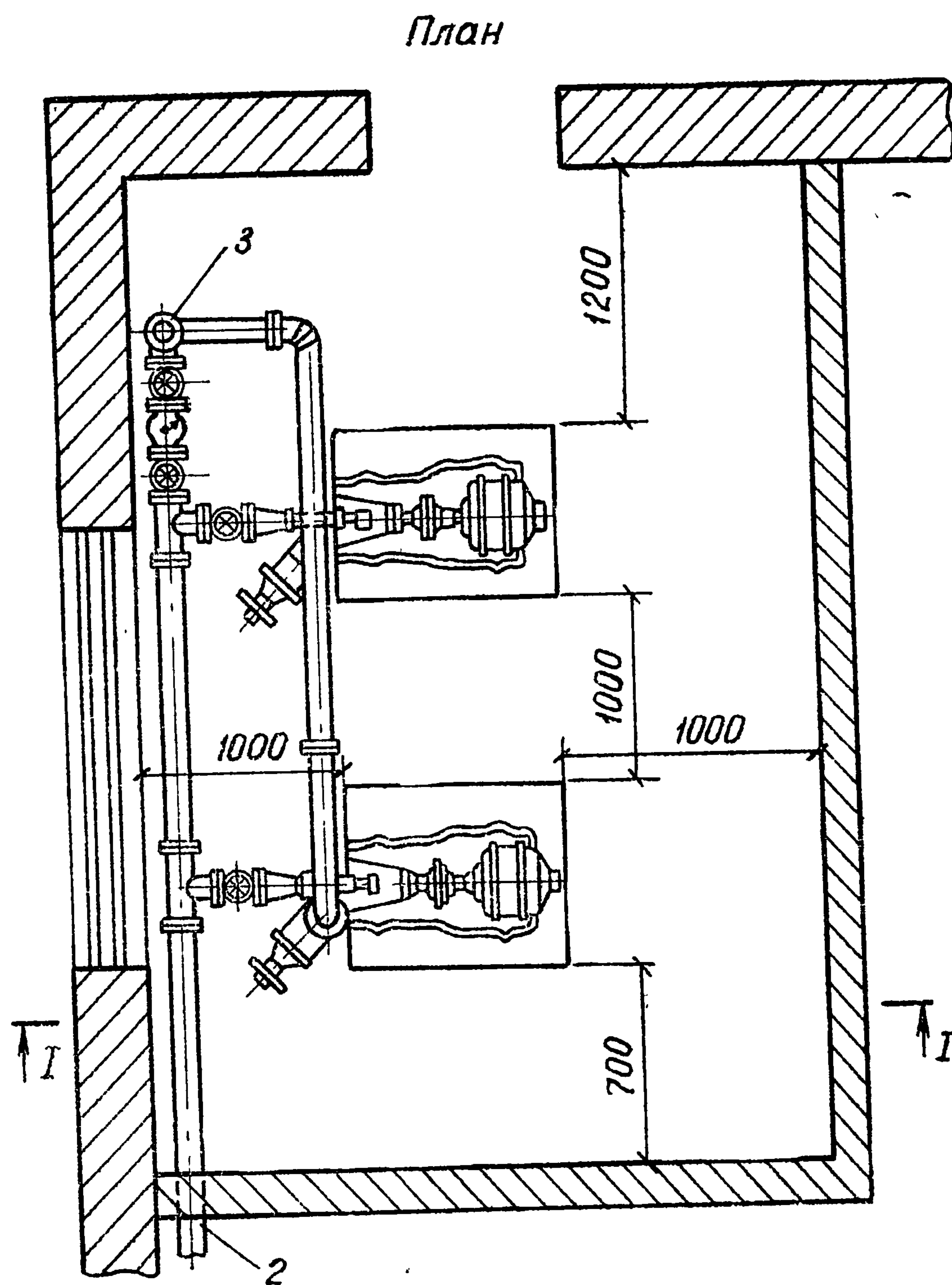


Рис. 31.1. Параллельное расположение насосов

1 — насос; *2* — подающий трубопровод; *3* — напорный трубопровод







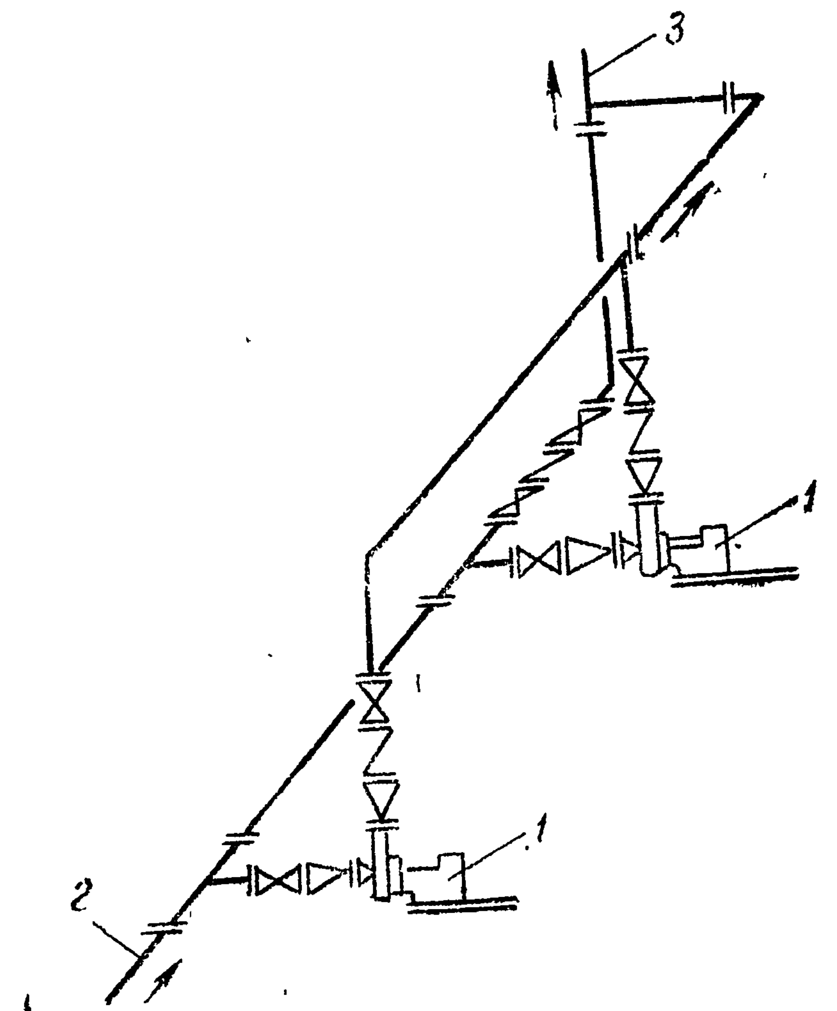


Рис. 31.2. Расположение насосов цепочкой

1 — насос; *2* — подающий трубопровод; *3* — напорный трубопровод

…ндаменты под насосами не должны быть связа… конструкциями здания; их закладывают на пес… подушках или под основание прокладывают про… из звукоизолирующих материалов (например, …йки шириной 15—20 см из сухого песка).

…рубопроводы в насосных станциях, а также всасы… …ие линии за пределами насосных станций выпол… из стальных труб на сварке с применением флан… соединений для присоединения к арматуре и на…

…ри установке насосов в котельных, работающих …азовом топливе, занимаемую насосами площадь …ждают перегородкой высотой не менее 1 м; в ко…ых, работающих на твердом топливе, перегородка …на быть до потолка.

Выносные помещения для насосов проектируют … случае, когда в зданиях недопустимо распростра… шума и невозможно размещение насосной под …обными помещениями.

Высота помещения насосной станции, оборудован… подъемными механизмами, принимается с таким …етом, чтобы обеспечивался просвет не менее 0,5 м …ду верхом установленных агрегатов и низом пере…аемого груза.

Высота помещения насосной станции, не оборудо…ной подъемными механизмами, должна быть не ме… 2,2 м от пола до выступающих частей перекрытия.

В насосных станциях предусматривают место для …мещения щита управления электродвигателями.

Для монтажа и демонтажа насосных агрегатов, ар…уры и трубопроводов насосные станции должны …ь снабжены подъемно-транспортными механизмами.

Для насосных установок, перерыв в работе кото… не допускается, должно предусматриваться беспе…йное снабжение энергией путем присоединения к …м независимым источникам электроэнергии. При на…ии одного источника электроэнергии можно уста…ливать резервные пожарные насосы с приводами от …вигателей внутреннего сгорания.

31.4. Пневматические насосные установки

Системы пневматического водоснабжения могут …ыть постоянного и переменного давления. Пневматиче…кие станции переменного давления более экономичны … эксплуатации и получили наибольшее распростра…нение.

Пневматические установки целесообразно приме…ять для расхода воды до 100 м^3/ч.

Пневматическая установка включает насосы, пода…ющие воду в водовоздушные баки (один или несколь…ко) и создающие требуемый напор, и компрессор, по…дающий периодически необходимое количество воздуха … водовоздушный бак для пополнения утечки.

Давление в баках пневматических установок пере…менного давления должно обеспечивать расчетный на…пор в сети при наинизшем уровне воды в них.

Для пневматических установок переменного дав…ления устанавливают один компрессор с питанием элек…троэнергией от одного источника. Для пневматических установок постоянного давления принимают не менее двух компрессоров (один из них резервный), питаемых электроэнергией по двум фидерам.

Можно использовать общезаводскую компрессорную станцию при условии бесперебойной подачи сжатого воздуха.

Для пневматических установок переменного давления, не используемых для противопожарного водоснабжения, пополнение баков сжатым воздухом можно производить от привозных компрессоров. Пневматические баки оборудуют спускными трубами, предохранительными клапанами, манометрами, указателями уровня воды.

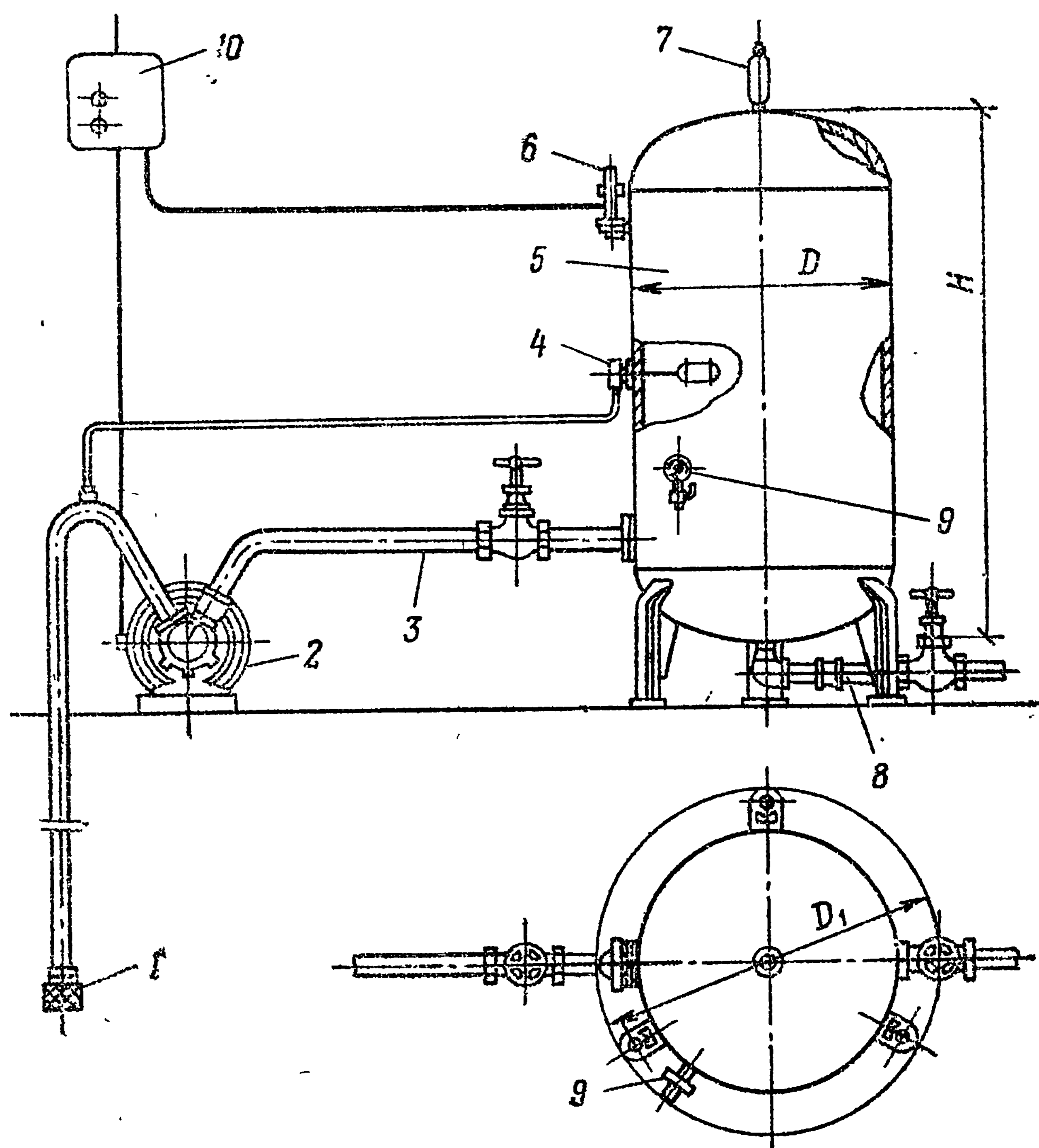


Рис. 31.3. Схема автоматической водоподъемной установки с самовсасывающим вихревым электронасосом

1 — приемный клапан с сеткой; *2* — самовсасывающий вихревой электронасос; *3* — напорный трубопровод; *4* — поплавковый регулятор запаса воздуха; *5* — воздушно-водяной бак; *6* — реле давления; *7* — предохранительный клапан; *8* — водоразборный трубопровод; *9* — водопроводный кран с манометром; *10* — станция управления

В отдельных случаях для хозяйственно-питьевого и пожарного водоснабжения зданий применяют пневматические установки автоматического действия преимущественно с переменным давлением. Запас воздуха в баке пополняется бескомпрессорными автоматическими регуляторами запаса воздуха и компрессорами с автоматическим или ручным пуском.

Воздушные баки гидропневматических установок размещают за пределами здания по возможности с его северной стороны. Насосные установки с гидропневматическими баками должны удовлетворять требованиям Госгортехнадзора.

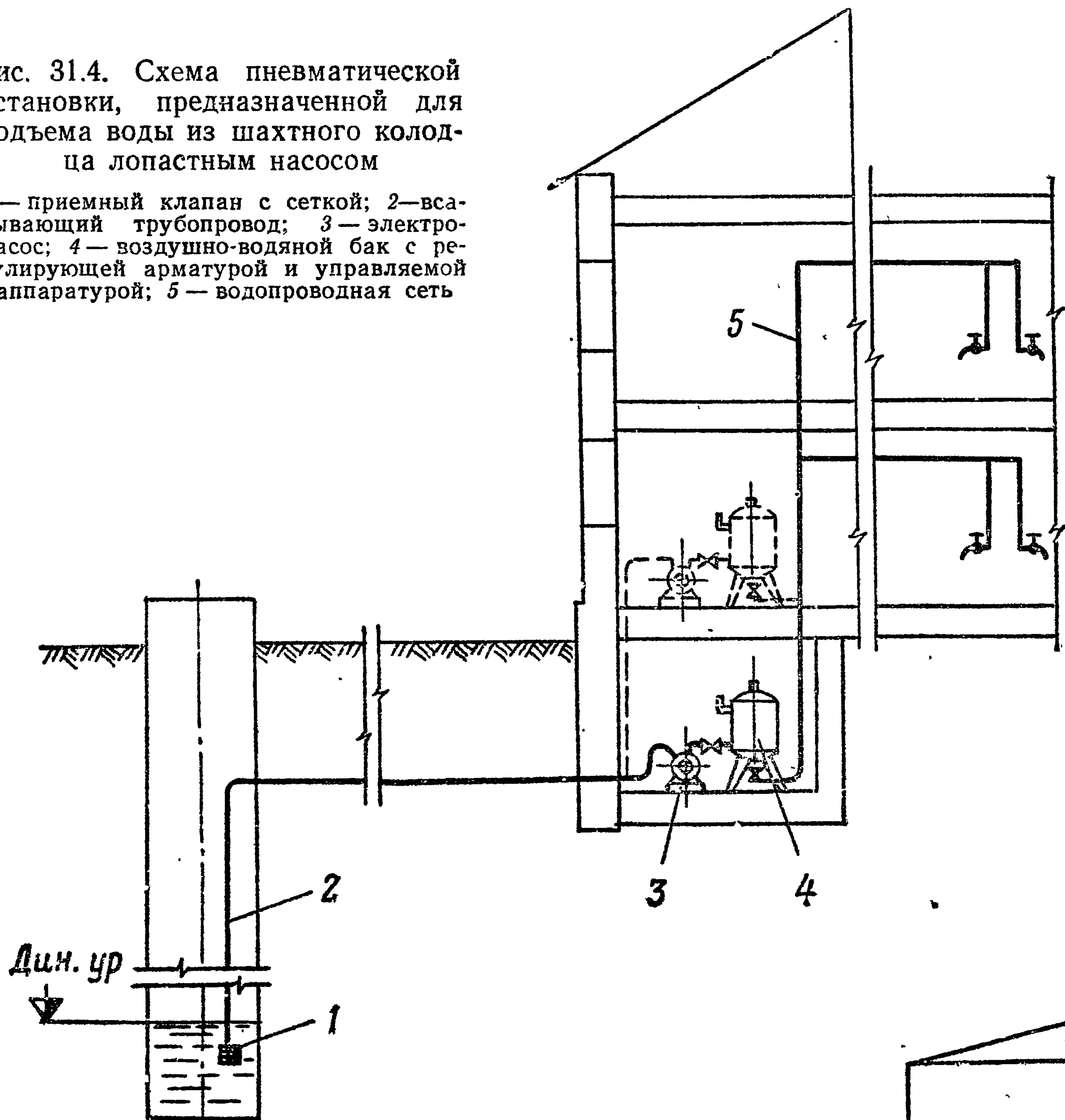
Вода и сжатый воздух могут находиться в одном резервуаре или различных резервуарах.

Пневматические установки, используемые для тушения пожара, можно размещать в подвалах или в первых этажах зданий, в отдельных отапливаемых помещениях I и II степени огнестойкости, имеющих отдельный выход наружу или на лестничную клетку.

В многоэтажных зданиях пневматические установки допускается располагать в верхних этажах. Расстоя-

Рис. 31.4. Схема пневматической установки, предназначенной для подъема воды из шахтного колодца лопастным насосом

1 — приемный клапан с сеткой; *2* — всасывающий трубопровод; *3* — электронасос; *4* — воздушно-водяной бак с регулирующей арматурой и управляемой аппаратурой; *5* — водопроводная сеть



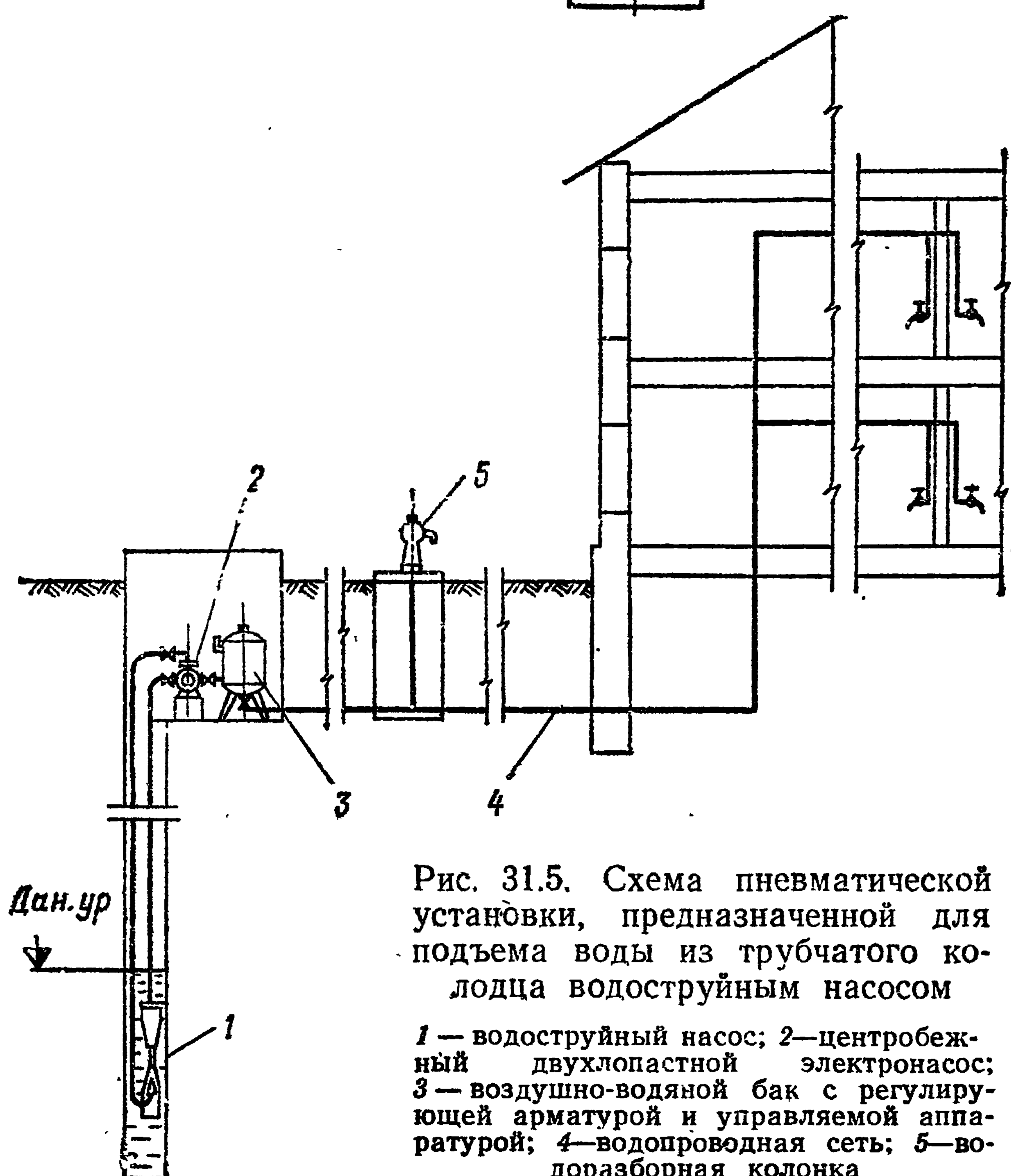


Рис. 31.5. Схема пневматической установки, предназначенной для подъема воды из трубчатого колодца водоструйным насосом

1 — водоструйный насос; *2* — центробежный двухлопастной электронасос; *3* — воздушно-водяной бак с регулирующей арматурой и управляемой аппаратурой; *4* — водопроводная сеть; *5* — водоразборная колонка

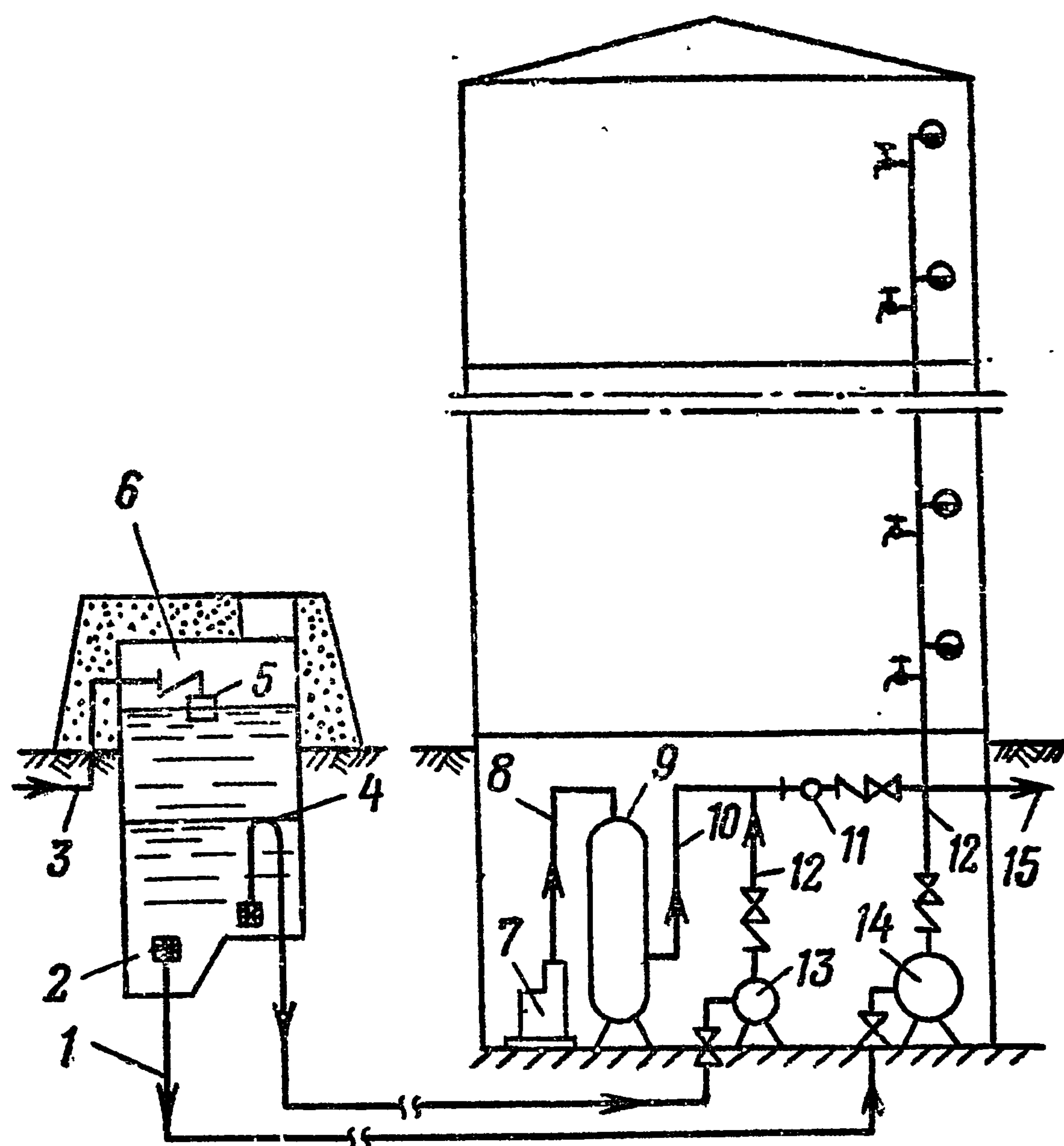


Рис. 31.6. Принципиальная схема насосно-пневматической установки с редукционным клапаном, находящимся в общем помещении

1 — всасывающая труба; *2* — подземный резервуар; *3* — трубопровод для подачи воды из источника водоснабжения (городской сети); *4* — отверстие для засасывания воздуха; *5* — запорный поплавковый клапан; *6* — регулирующая емкость; *7* — компрессор; *8* — воздуховод; *9* — воздушно-водяной бак; *10* — подводяще-отводящий трубопровод; *11* — редукционный клапан; *12* — напорная труба; *13* — хозяйственно-питьевой насос; *14* — пожарный насос; *15* — наружная разводящая водопроводная сеть

верха резервуаров пневматической установки до ...тия должно быть не менее 1 м, а между ре...рами и от резервуара до стен — не менее 0,7 м. На рис. 31.3 приведена схема автоматической уста... с самовсасывающим вихревым электронасосом. Схема установки для подъема воды из шахтного ...ца глубиной до 8 м лопастным насосом показана ...с. 31.4, а для подъема воды из трубчатого колод... — на рис. 31.5. Схемы пневматических установок ...дены на рис. 31.6.

Глава 32. ВОДОНАПОРНЫЕ БАКИ И РЕЗЕРВУАРЫ

32.1. Назначение водонапорных баков и резервуаров

Водонапорные и гидропневматические баки содер... запас воды для регулирования неравномерности ...потребления, а при наличии противопожарных уст...тв, кроме того, и неприкосновенный противопожар... запас воды.

Примечание. Не рекомендуется применять гидропнев...ческие баки для одновременного хранения в них регулиру...го и противопожарного запасов воды.

Водонапорные баки в зданиях применяют для соз...ния запаса воды, необходимого в случае периодиче...го снижения давления в наружной сети, в часы от...чения насосов при постоянном недостаточном дав...нии в наружной сети, в системах производственных ...допроводов при повышенных расходах воды, а так... при необходимости создания строго определенного ...вления в сети.

В системах хозяйственно-питьевых и производствен...ых водопроводов промышленных зданий водонапорные ...ки устанавливают при обосновании необходимости ... применения.

В коммунальных прачечных и банях для создания ...пасов воды и возможности применения водоразбор...ых кранов пробочного типа устанавливаются водона...орные баки для холодной и горячей воды.

32.2. Расчет водонапорных баков и резервуаров

Регулирующий объем водонапорного или гидропнев...атического бака насосных установок хозяйственно-...итьевого или производственного водопровода опреде...ют по формуле

$$W = \frac{Q_н}{4n}, \tag{32.1}$$

...где W — регулирующий объем бака, м^3;

$Q_н$ — номинальная производительность одного насоса или наибольшего по производительности в группе поочередно включающихся рабочих насосов, м^3/ч;

n — максимальное число включений в 1 ч: для установок с открытым баком $n=2...4$, для установок с гидропневматическим баком $n=6...10$. Бóльшие значения n принимают для установок небольшой мощности (до 10 кВт).

Неприкосновенный противопожарный запас воды назначают исходя из следующих условий:

а) при ручном включении пожарных насосов — из расчета 10-минутной продолжительности тушения пожара внутренними пожарными кранами и спринклерами или дренчерами при одновременном наибольшем расходе воды на производственные и хозяйственно-питьевые нужды. При этом расход воды для спринклерных установок принимается 10 л/с, а для дренчерных установок принимают расход воды, обеспечивающий одновременную работу всех дренчеров расчетной секции;

б) при автоматическом включении насосов — из расчета 5-минутной продолжительности тушения пожара внутренними пожарными кранами в зданиях высотой до 16 этажей и 10-минутной продолжительности тушения пожара в зданиях высотой более 16 этажей при одновременном наибольшем расходе воды на хозяйственные и производственные нужды;

в) при автоматическом включении насосов для подачи воды в спринклерные и дренчерные системы запас воды в гидропневматических резервуарах или водонапорных баках должен приниматься 0,5 м^3 при расчетном расходе воды на внутреннее пожаротушение 35 л/с и менее и 1 м^3 при расчетном расходе воды более 35 л/с.

Примечание. При определении объема неприкосновенного противопожарного запаса воды расход воды на душ и мытье полов не учитывается.

Полный объем гидропневматического бака следует определять по формуле

$$V = W\frac{\beta}{1-a}, \tag{32.2}$$

а объем водонапорного бака с автоматической насосной установкой — по формуле

$$V = \beta(W + W_1 + W_2), \tag{32.3}$$

где W — регулирующий объем, м^3;

W_1 — противопожарный объем бака, м^3;

W_2 — объем бака для запаса воды на хозяйственные нужды, принимаемый в зависимости от назначения здания равным 1—2% суточного расхода воды на хозяйственно-питьевые нужды, м^3;

a — соотношение абсолютного минимального и максимального давлений, принимаемое равным 0,7—0,8;

β — коэффициент запаса емкости бака, принимаемый в пределах 1—1,3.

Высота расположения открытого водонапорного бака и минимальное давление в гидропневматическом баке должны обеспечивать необходимый напор у всех потребителей, а в системах противопожарного или объединенного водопровода — потребный напор у внутренних пожарных кранов или спринклеров до полного израсходования противопожарного запаса воды.

В промышленных зданиях для производственных нужд емкость водонапорных баков и резервуаров, устанавливаемых без насосов, определяют по технологическому заданию проекта или по графику часовых расходов (табл. 32.1).

В производственных зданиях емкость баков для запаса воды на хозяйственно-питьевые нужды принимают равной: при автоматическом включении насосов 5% суточного расхода, при неавтоматическом включении 20% суточного расхода.

В жилых зданиях емкость баков достигает: при неавтоматическом включении насосов 20—25% суточного расхода, при автоматическом 5—10% суточного расхода.

ТАБЛИЦА 32.1

ФОРМА ТАБЛИЦЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЕМКОСТИ РЕГУЛИРУЮЩЕГО ВОДОНАПОРНОГО БАКА

Часы	Подача воды в бак, м³	Расход воды из бака, м³	Приток воды в бак или расход из бака, м³	Запас воды в баке, м³

Емкость водонапорных баков в коммунальных банях при централизованном водоснабжении принимают равной 1-часовому расходу воды, при местном водоснабжении — 1,5-часовому расходу воды.

Емкость водонапорных баков в коммунальных прачечных при централизованном водоснабжении и производительности прачечной до 3000 кг белья в смену принимают равной 45-минутному расходу воды, при большей производительности — 30-минутному расходу воды; при местном водоснабжении независимо от производительности прачечной — 1-часовому расходу воды.

В банях емкость баков для холодной и горячей воды принимается равной 50% расчетной емкости.

В механизированных прачечных при стирке белья без протока моющей жидкости емкость баков для холодной и горячей воды назначается из условия, что при общем расходе 60—90 л воды на стирку 1 кг белья расход горячей воды составляет 20—25 л. При стирке белья с протоком моющей жидкости устанавливают только баки для холодной воды, причем емкость их определяют из расчета 10—15 л воды на 1 кг сухого белья.

В тех случаях, когда наружное тушение пожара осуществляется водой из водоемов, а в здании требуется устройство противопожарного водопровода, бак должен содержать противопожарный запас воды, необходимый для работы одного внутреннего пожарного крана в течение 1 ч при одновременном расходе воды на прочие нужды.

Необходимый запас воды в резервуарах насосно-пневматических установок определяют по формуле

$$V = V^{I} + V^{II} + V^{III}, \qquad (32.4)$$

где V^{I} — запас воды на хозяйственно-питьевые нужды, прииимаемый равным 5% суточного расхода воды при автоматическом включении и 20% при ручном пуске насоса;

V^{II} — запас воды на производственные нужды, принимаемый по технологическому заданию;

V^{III} — неприкосновенный запас воды для противопожарных целей, определяемый также и для водонапорных баков.

Объем сжатого воздуха в резервуарах V^{II} при максимальном давлении определяют по формуле

$$V^{II} = \frac{aV^{I}}{1-a}, \qquad (32.5)$$

где V^{I} — необходимый запас воды в резервуаре;

a — коэффициент, характеризующий соотношение максимального и минимального давления сжатого воздуха в резервуарах. Теоретически значение a можно принимать равным 0,1—0,9; для систем внутренних водопроводов a=0,5...0,6.

В резервуарах создается давление от H_1 до H_2 в зависимости от принятого коэффициента a.

Максимальное давление определяют по формуле

$$H_2 = \frac{H_1 + 10}{a} - 10, \qquad (32.6)$$

где H_1 — минимальное давление сжатого воздуха в резервуарах при их опорожнении, обеспечивающее необходимый напор у расчетных точек расхода воды (в том числе у пожарных кранов при объединенных водопроводах), м;

H_2 — максимальное давление, которое нужно создавать в резервуарах при их полном заполнении, м.

32.3. Оборудование водонапорных баков

Помещения, где устанавливают водонапорные баки, должны иметь высоту не менее 2,2 м и расстояние от верха бака до перекрытия не менее 0,6 м.

Минимальные расстояния между баками, а также между стенками баков и строительными конструкциями помещения принимают по табл. 32.2.

ТАБЛИЦА 32.2

МИНИМАЛЬНОЕ РАССТОЯНИЕ МЕЖДУ БАКАМИ И СТРОИТЕЛЬНЫМИ КОНСТРУКЦИЯМИ

Форма бака	Расстояние между стенами помещения и баками, м		Расстояние между баками, м	Расстояние от верхней крышки баков до потолка, м
	без поплавкового клапана	со стороны расположения клапана		
Круглая	0,5	0,8	0,7	0,6
Прямоугольная	0,7	1	0,7	0,6

Примечание. При наличии какого-либо трубопровода у бака указанные в таблице расстояния принимают от наружной поверхности трубопровода.

Водонапорные баки для питьевой воды устанавливают на специальные поддоны (рис. 32.1), они должны быть снабжены крышками с вентиляционными отверстиями и сетками.

Отвод переливаемой воды в канализацию должен осуществляться с разрывом струи, для чего устанавливается сливная воронка или бачок.

Сливная воронка (рис. 32.2) должна иметь диаметр не менее 300 мм и высоту (от верха канализационной трубы) не менее 300 мм. В случае установки бачка переливная труба заканчивается над ним на высоте 25 мм. Как сливная воронка, так и бачок присоединяют к канализационному стояку сифоном с водяным затвором (рис. 32.3). В водонапорных баках, предназначенных для хранения воды питьевого качества, необходимо предусматривать устройства, обеспечивающие циркуляцию воды.

Водонапорные баки, устанавливаемые в системах производственных водопроводов, можно располагать в

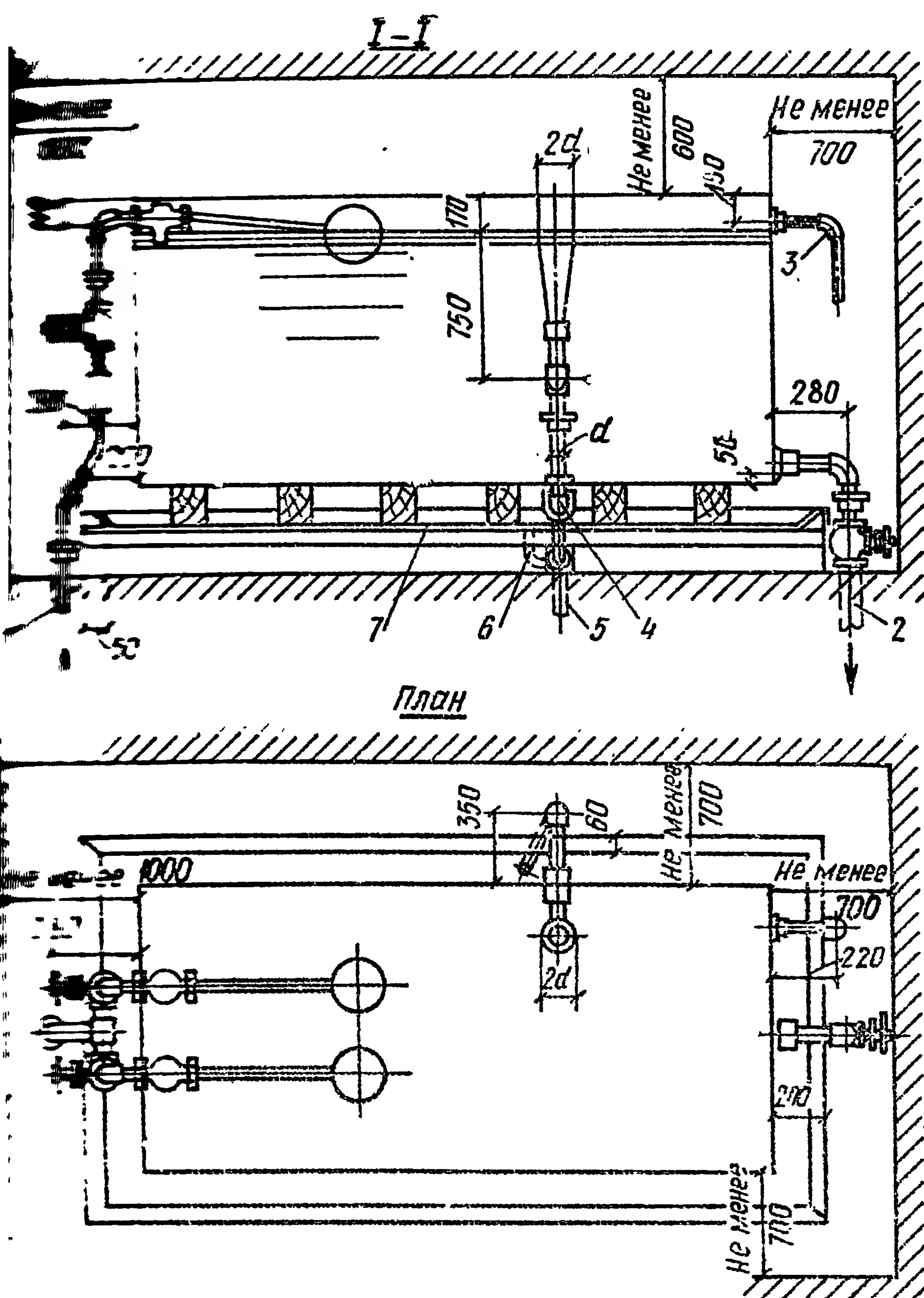


Рис. 32.1. Оборудование водонапорных баков

1 — подающий трубопровод; 2 — отводящий трубопровод; 3 — сигнальная труба; 4 — спускная труба; 5—переливная спускная труба; 6 — водоотводящий трубопровод с поддона; 7 — оцинкованное железо с пропайкой швов

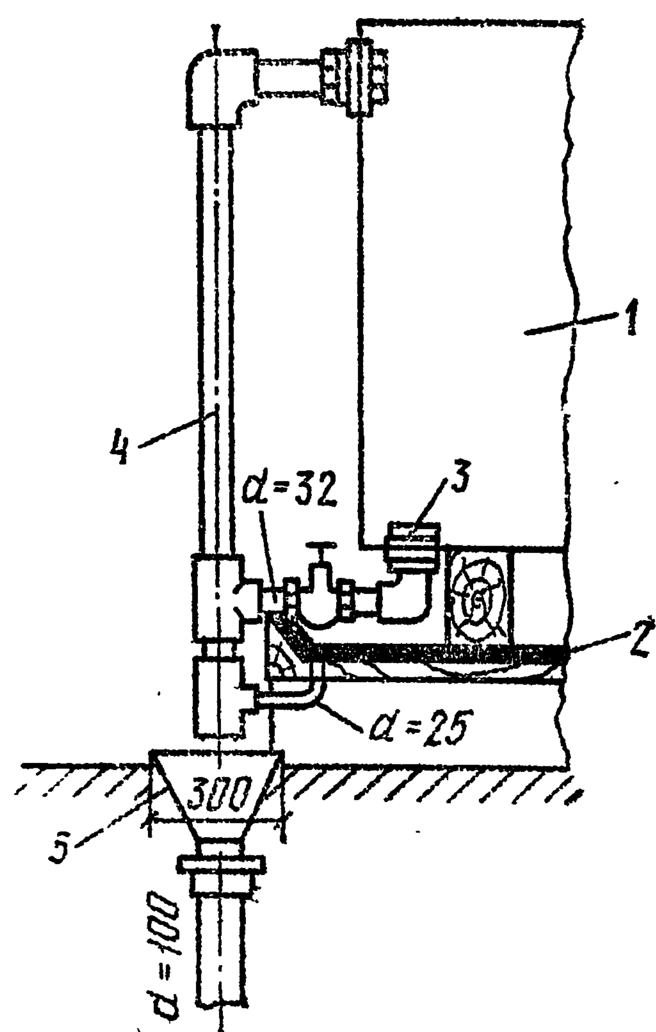


Рис. 32.2. Установка сливной воронки для разрыва струи

1 — водонапорный бак; 2 — поддон; 3 — спускная труба; 4 — переливная труба; 5 — сливная воронка

цехе у стены на консолях (рис. 32.4). В этом случае оборудование баков обусловливается технологическим процессом: поддоны не применяют. Спускные трубы могут отсутствовать, оборудование бака переливной трубой обязательно.

Водонапорные баки из листовой стали необходимо окрашивать с наружной и внутренней сторон суриком или другими нетоксичными красками и покрытиями в соответствии с перечнем ГСИ СССР.

Поддон изготовляют из листовой оцинкованной стали с двойным фальцем и пропайкой швов. При использовании неоцинкованной стали поддон окрашивают масляной краской двумя слоями.

Доски, рейки и брусья должны быть антисептированы и окрашены масляной краской.

Водонапорные баки для питьевой воды устанавливают в вентилируемом и освещенном помещении с положительной температурой. Гидропневматические баки оборудуют подающей, расходной и спускной трубами, а также предохранительными клапанами, манометрами, датчиками уровня или давления и устройствами для пополнения и регулирования запаса воздуха в баке.

Резервуары для воды непитьевого качества (системы оборотного водоснабжения, системы с повторным использованием воды и др.) располагают как внутри, так и за пределами здания в зависимости от местных условий. Резервуары могут быть установлены и в подвальном помещении.

Резервуары сооружают из водонепроницаемых материалов (железобетона, металла), они должны быть оборудованы подводящими, отводящими, спускными и переливными трубами, указателями уровня воды и устройствами для передачи показаний в насосные станции или диспетчерские пункты.

Диаметр переливного трубопровода на участке после приемной воронки, диаметр которой принимается равным 1,5—2 диаметрам подающей трубы, может быть уменьшен по сравнению с последней на два-три размера сортамента труб.

Диаметр спускного трубопровода определяется в зависимости от продолжительности опорожнения; обычно он принимается равным 100—300 мм. Принятый диаметр рекомендуется проверять по формуле

$$T = \frac{2W\sqrt{\Sigma S}}{\sqrt{H_1} + \sqrt{H_2}}, \qquad (32.7)$$

где T — продолжительность опорожнения резервуара, с;

W — емкость резервуара, м^3;

ΣS — сумма сопротивлений выпускного трубопровода и фасонных частей, включая участок трубы внутри резервуара;

H_1 и H_2 — высота расположения высшего и низшего уровней воды в резервуаре над осью отверстия выпускного трубопровода, м.

Для возможности осмотра и ремонта резервуары должны быть снабжены люками и лестницами или скобами для спуска, а также оборудованы вентиляцией (колонки, закрытые сетками). В резервуарах, предназначенных для хранения воды питьевого качества, необходимо обеспечивать обмен всей воды в течение не более 5 суток при температуре воздуха $>18°$ С и не более 10 суток при температуре $<18°$ С.

Для обеспечения циркуляции воды применяют подвод и отвод воды с противоположных сторон резервуара или устраивают струенаправляющие перегородки в резервуарах большой емкости.

Сброс воды непитьевого качества от резервуаров производственного водопровода воды допускается в канализацию любого назначения с разрывом струи, а также в водостоки и открытые канавы.

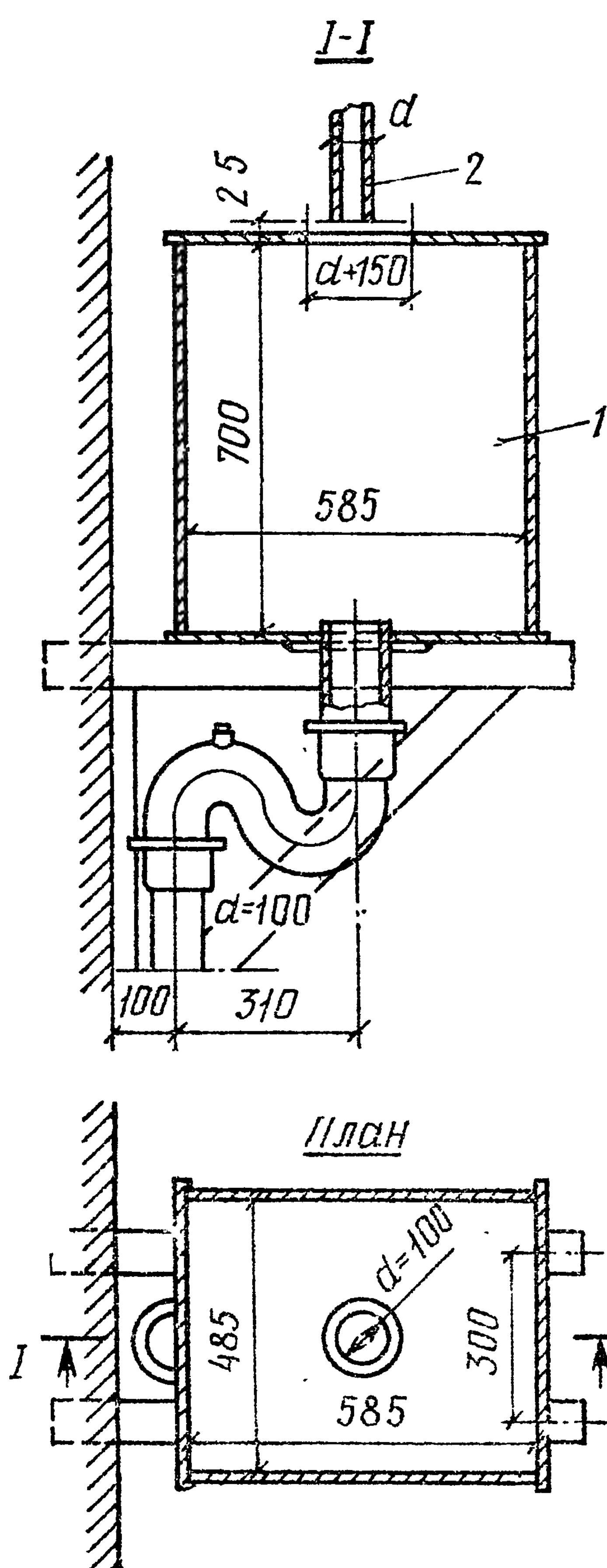
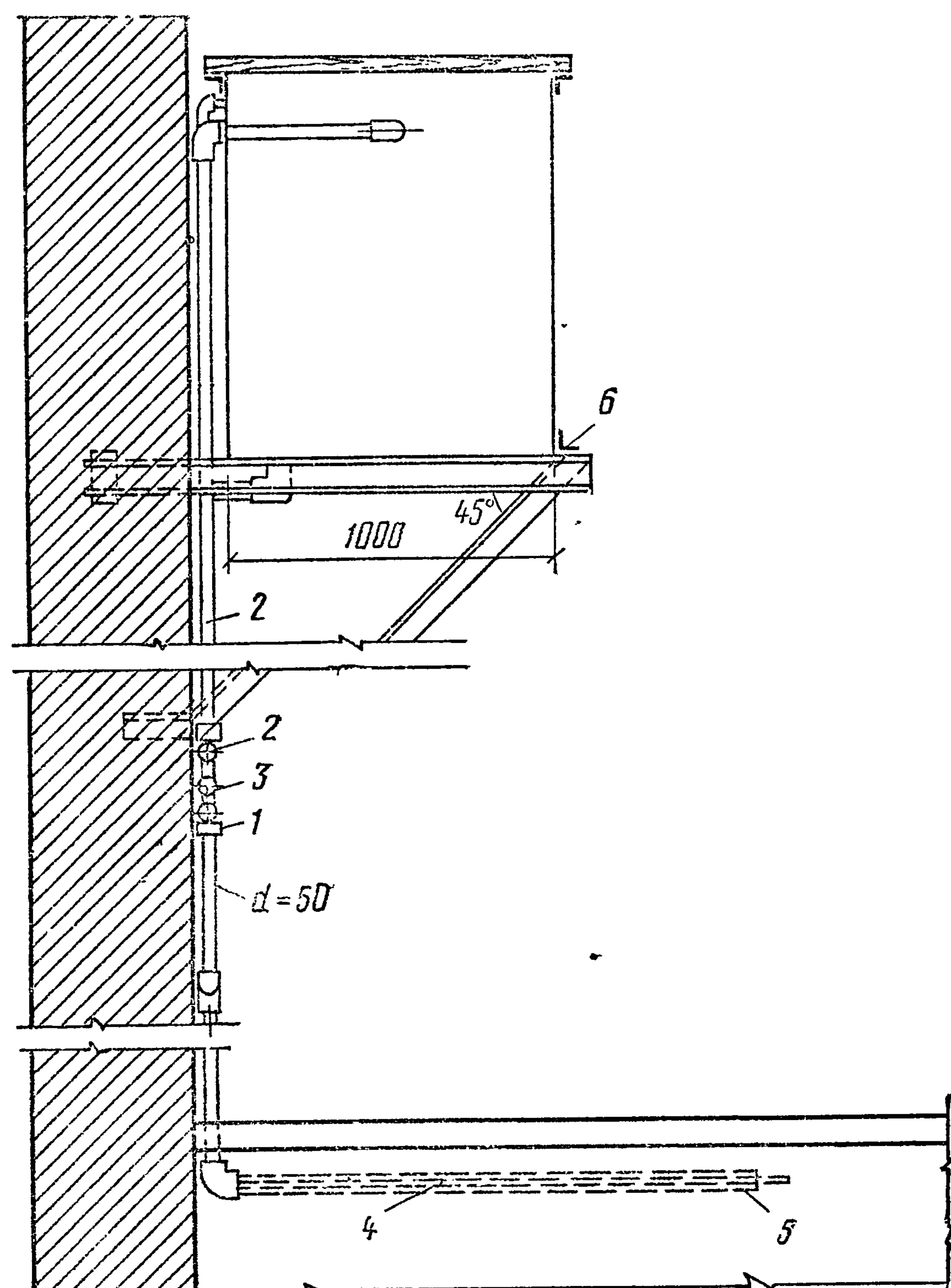


Рис. 32.3. Установка бачка разрыва струи

1 — бачок для разрыва струи; 2 — переливная труба



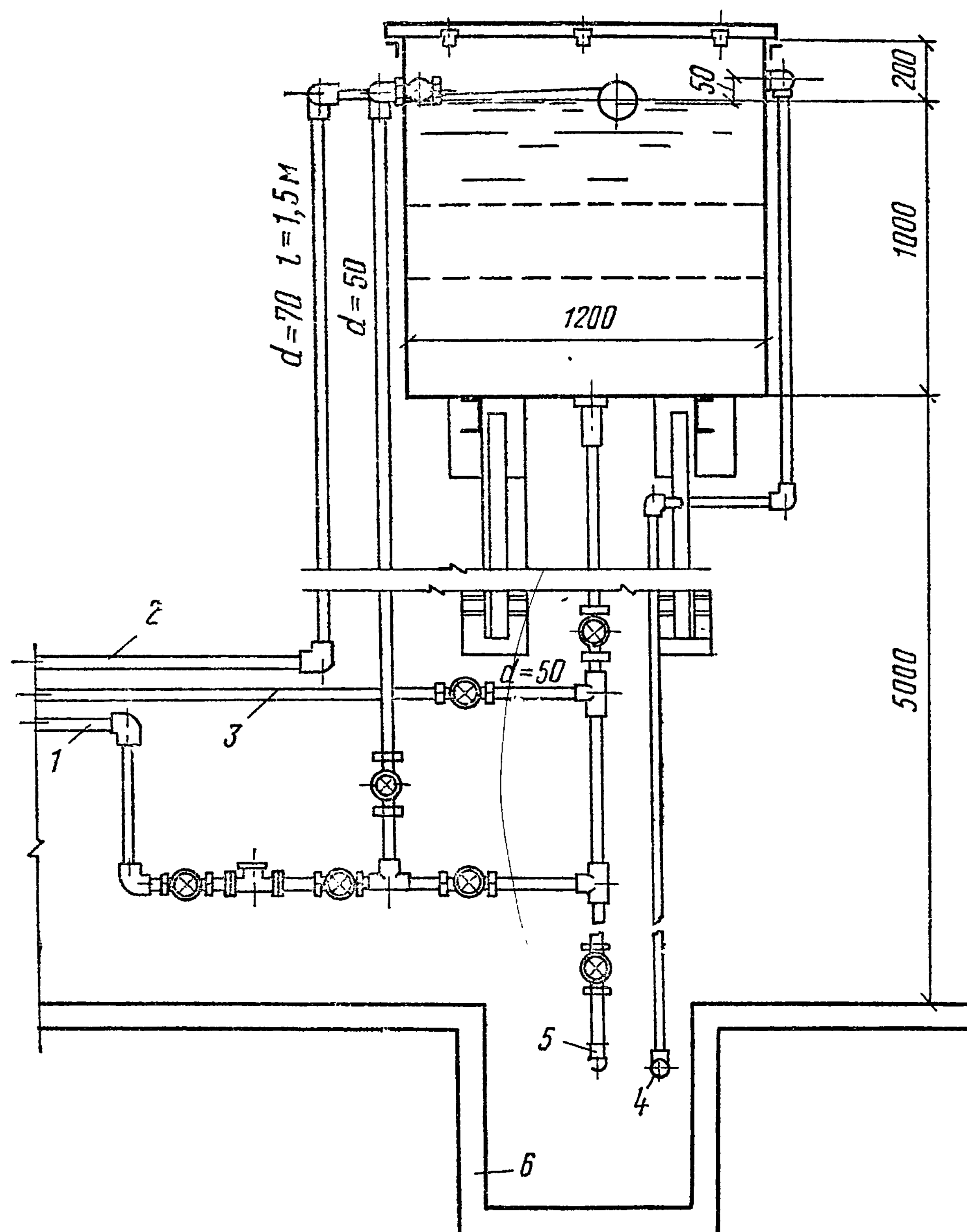


Рис. 32.4. Установка водонапорного бака на консолях

1 — подающий трубопровод; 2 — переливная труба; 3 — трубопровод подачи воды в гальваническое отделение; 4 — трубопровод подачи воды от маслоохладителей; 5 — трубопровод подачи воды в термическое отделение; 6 — канал

Спускные и переливные трубы от резервуаров питьевой воды допускается присоединять только к водосточной сети, открытой канаве или водоему с разрывом струи и установкой на конце трубопровода обратного клапана (захлопки) и решеток с прозорами между прутьями 10 мм.

В резервуарах с внутренним диаметром 800 мм и менее устраивают смотровые люки (круглые, овальные) с размером по наименьшей оси 80 мм.

Глава 33. СТРОИТЕЛЬСТВО ВОДОПРОВОДА В ОСОБЫХ ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЯХ

33.1. Строительство водопровода в сейсмических районах, на подрабатываемых территориях и в районах набухающих грунтов

При строительстве водопровода в районах с сейсмичностью выше 9 баллов, на подрабатываемых территориях и в районах набухающих грунтов не допускается жесткая заделка трубопроводов в стенах и фундаментах сооружений.

При прокладке труб через стены и фундаменты ду трубой и стеной необходимо устраивать зазоры менее 10 см в песчаных грунтах, не менее 15 см глинистых и не менее 20 см в макропористых. Заполняют эластичным материалом. Трубопроводы фундаментами зданий прокладывают в стальных лярах. Расстояние между футляром и подошвой ндамента принимают не менее 10 см в песчаных нтах и 15 см в глинистых.

В местах пересечения деформационных швов здана трубопроводах устанавливают компенсаторы или кие вставки.

Вводы водопровода выполняют из стальных или астмассовых труб. Допускается применение чугунх водопроводных труб с раструбными соединениями резиновыми уплотнителями, компенсирующими возающие напряжения.

В местах присоединения вводов к внешней водопрой сети устанавливают компенсаторы.

33.2. Строительство водопровода на просадочных грунтах

Просадочные явления характерны для лёссовидных унтов, обладающих специфическими свойствами: пылватый состав (50—80% и более содержат частиц размером 0,05—0,002 мм), легкая размываемость, потеря очности при увлажнении. Лёссовидные грунты обладают сравнительно малым коэффициентом фильтрации .03—1,2 м/сутки). Просадки лёссовидных пород возкают при воздействии на них свободной воды, когда стицы скелета грунта теряют структурную связь.

Грунтовые условия строительных площадок, соглас СНиП II-Б.2-72, в зависимости от проявления продки грунта под действием собственного веса при зачивании подразделяются на два типа:

I тип — просадка грунта под действием собственго веса практически отсутствует или не превыша 5 см;

II тип — возможна просадка грунта под действием бственного веса и величина ее превышает 5 см.

Устойчивость зданий и сооружений обеспечивается рименением комплекса конструктивных решений. Возжность просадки сооружения полностью устраняется ри исключении попадания воды в грунт основания. Наиболее уязвимым местом в основании здания являются вводы водопровода.

Водопровод внутри зданий прокладывают, как правило, выше поверхности пола первого или подвального этажей открыто, обеспечивая доступ для осмотра и ремонта. Допускается прокладка трубопроводов внутри зданий в водонепроницаемых каналах с отводом аварийных вод в специальные водонепроницаемые приямки. Из приямков вода отводится в контрольные колодцы или систему ливнестоков.

Вводы водопровода при II типе грунтовых условий рокладывают в водонепроницаемых каналах с уклоном 0,02 в сторону контрольных колодцев.

При траншейной прокладке наружных водопроводных сетей в грунтовых условиях II типа минимальное расстояние в плане от наружной поверхности труб до обреза фундаментов зданий и сооружений (т. е. длина каналов вводов) принимается по табл. 33.1.

При возведении здания в грунтовых условиях I типа, а также в грунтовых условиях II типа с полным устранением просадочных свойств грунтов вводы и сети внутреннего водопровода прокладывают как на непросадочных грунтах. Прокладка водопроводных вводов ниже подошвы фундамента не допускается

ТАБЛИЦА 33.1

ДЛИНА КАНАЛОВ ДЛЯ ВВОДОВ

Толщина слоя просадочного грунта, м	Длина канала, м, при диаметре труб, мм		
	<100	100—300	>300
5—12	5	7,5	10
>12	7,5	10	15

Примечание. При прокладке наружных трубопроводов, к которым присоединяют вводы, длина каналов для вводов может быть уменьшена.

Рис. 33.1. Вариант устройства ввода водопровода в здание при строительстве на просадочных грунтах

1 — железобетонный лоток; 2 — трубопровод ввода; 3 — трубопровод наружной сети; 4 — подставка под арматуру; 5 — гидроизоляция в колодце, 6 — приямок; 7 — подкладка под трубу; 8 — контрольный колодец

Рис. 33.2. Схема размещения коммуникаций в техническом подполье здания при строительстве на просадочных грунтах

1 — подающий и обратный трубопроводы отопления; 2 — трубопроводы горячего водоснабжения; 3 — водопровод; 4 — канализационный трубопровод; 5 — трубопровод тепловой сети

Фундаменты в местах пересечения их трубопроводами заглубляются не менее чем на 0,5 м ниже основания трубопровода

Для контроля за утечкой воды из трубопроводов, проложенных в каналах, устраивают контрольные колодцы диаметром 1 м, глубиной от дна канала до дна

колодца не менее 0,7 м. Стенки колодца на высоту 1,5 м и его днище должны быть водонепроницаемыми. При устройстве колодцев в грунтовых условиях II типа основания под колодцы уплотняют на глубину 1 м.

Примечание. Контрольные колодцы рекомендуется оборудовать автоматической сигнализацией, извещающей о появлении в них воды.

Примыкания каналов к фундаментам здания должны быть герметичными, а конструкция их назначается с учетом неравномерной просадки каналов и фундамента. Поэтому в фундаментах или стенах подвалов отверстия для прокладки трубопроводов заделывают эластичным материалом. Расстояние от верха трубы до верха отверстия должно быть равным $^1/_3$ расчетной величины просадки основания здания, но не менее 0,2 м.

Ниже поверхности пола при отсутствии подвалов вводы к внутренним сетям присоединяют в водонепроницаемых приямках.

Вариант устройства ввода водопровода в здания, сооружаемые на просадочных грунтах, приведен на рис. 33.1. Схема размещения коммуникаций в техническом подполье зданий, сооружаемых на просадочных грунтах, показана на рис. 33.2.

33.3. Строительство водопровода в северной строительно-климатической зоне

А. СХЕМЫ ПРОКЛАДКИ СЕТЕЙ

Северная строительно-климатическая зона определена по климатическому районированию территории СССР согласно СНиП II-А.6-72.

При проектировании предусматривают:

а) обеспечение устойчивости сооружений на вечномерзлых грунтах при использовании их в качестве оснований по одному из двух принципов: в мерзлом состоянии и в оттаявшем или оттаивающем состоянии;

б) предохранение транспортируемой воды от замерзания;

в) применение оборудования, конструкций и материалов, обеспечивающих повышенную надежность и долговечность сооружений при минимальной массе привозного оборудования и материалов;

г) использование схем и конструктивных решений, обеспечивающих минимальные затраты труда при строительстве и в процессе эксплуатации.

Глубину проникания нулевой изотермы, см, определяют по формуле

$$h = k\,[0{,}09\,\Sigma\,(-t) + 70], \qquad (33.1)$$

где $\Sigma\,(-t)$ — сумма морозоградусо-дней, т. е. сумма среднедневных отрицательных температур за год;

k — коэффициент, зависящий от характера грунта.

Для супесей и суглинков с влажностью до 30% $k=1$; для тех же грунтов с влажностью более 30% $k=0{,}75$; для гравелистых песков и крупнообломочных грунтов $k=1{,}33$.

Строительство внешних сетей предусматривается наземным, надземным и подземным способами, что следует учитывать при устройстве вводов водопровода.

При наземной прокладке ограничивается тепловое воздействие трубопроводов на грунты оснований. На поверхности земли трубопроводы прокладывают в каналах на сплошных подсыпках и в каналах полузаглубленного типа.

При прокладке в каналах следует учитывать возможное пучение сезоннопротаивающего слоя грунтов оснований.

На участках с высокой степенью льдонасыщения применяют свайные опоры.

В полузаглубленных каналах трубы прокладывают с кольцевой термоизоляцией, а при строительстве на сухих грунтах применяют засыпную термоизоляцию.

При надземной прокладке ограничивается или полностью исключается тепловое воздействие трубопроводов на грунты оснований. Трубопроводы прокладывают на низких пульсирующих и заанкеренных опорах, на мачтах, эстакадах или по конструкциям зданий и сооружений, в проветриваемых подпольях, в утепленных каналах.

Прокладка на низких пульсирующих опорах проектируется в тех случаях, когда сезонное пучение грунтов по трассам прокладки (или их участкам) не вызывает вертикальных перемещений трубопроводов, угрожающих механической прочности и расчетно-эксплуатационному режиму последних (разрушение теплоизоляции, нарушение уклонов и др.).

Прокладка в вечномерзлых грунтах на заанкеренных опорах, как правило, сваях, может проектироваться на участках трасс с сильным сезонным пучением и другими грунтовыми явлениями, способными нарушать механическую прочность, на болотистых участках и др.

Прокладка трубопроводов на мачтах, эстакадах и конструкциях зданий и сооружений полностью исключает тепловые воздействия трубопроводов на грунты оснований и рекомендуется для промышленных площадок, а также допустима и в населенных пунктах, застраиваемых двух-трехэтажными зданиями.

В проветриваемых подпольях зданий трубопроводы целесообразно подвешивать к цокольным перекрытиям. В подпольях под трубами следует устраивать водоотводящие лотки.

Прокладку внешних сетей внутри отапливаемых помещений рекомендуется применять во всех технически возможных случаях (в промышленных зданиях, соединительных коридорах и т. п.).

При подземной прокладке (без каналов, в непроходных каналах, в полупроходных и проходных каналах) устойчивость трубопроводов обеспечивается регулированием теплового воздействия их на грунты оснований с целью сохранения их в мерзлом состоянии.

Вводы от внешних сетей в здания следует проектировать с учетом следующих факторов:

а) принципов использования вечномерзлых грунтов в качестве оснований фундаментов зданий;

б) максимального ограничения теплового воздействия трубопроводов на основания фундаментов зданий, а также воздействия воды при аварии на трубопроводе.

Для зданий, строящихся по принципу сохранения мерзлоты в основаниях фундаментов, наиболее надежным является совмещение трубопроводов различного назначения в одном вводе, подвод труб к зданию выше поверхности земли и ввод их в узлы управления под перекрытием цокольного этажа (рис. 33.3).

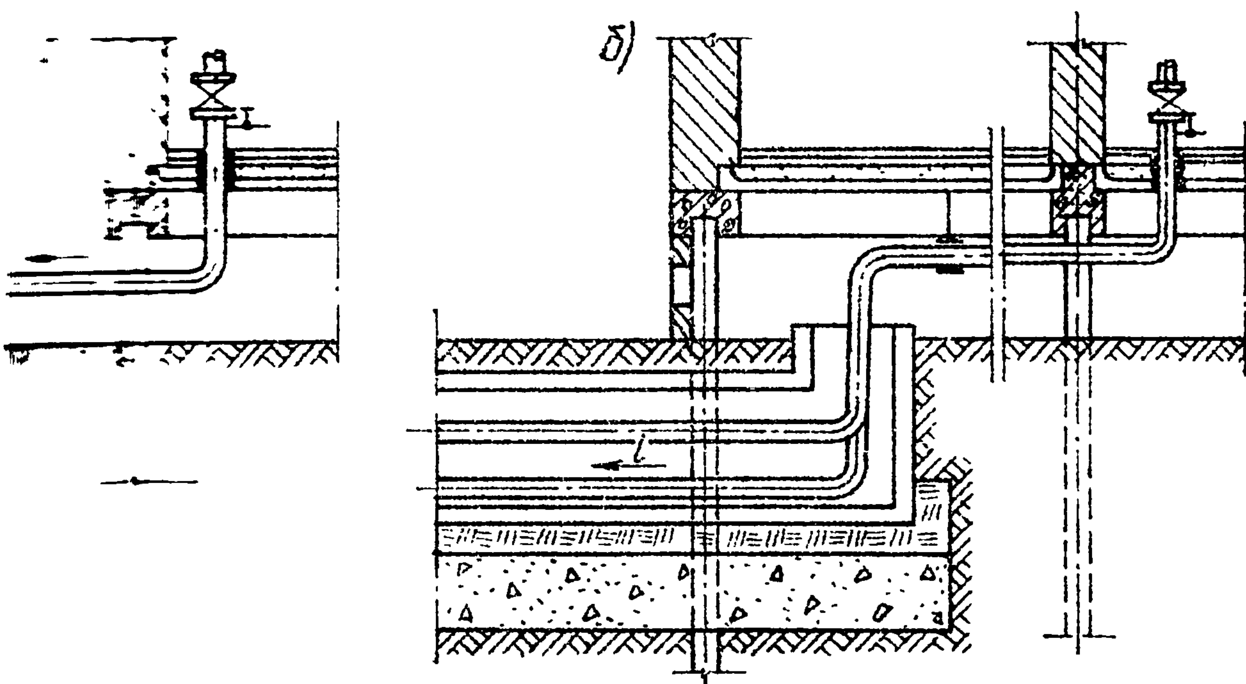
В проветриваемых подпольях на трубопроводах не следует устанавливать запорную и регулирующую арматуру, сальниковые компенсаторы, спускные и воздушные краны. Нужно максимально ограничить число соединений труб, не следует применять сварные отводы.

Рекомендуется максимальная блокировка санузлов, прокладка разводящих трубопроводов в конструкциях цокольных перекрытий и т. д.

Для зданий, строящихся по принципу допущения

...ения грунтов оснований в процессе строитель-... эксплуатации, основным условием обеспечения ...ости вводов является устройство в местах пе-... трубопроводов через конструкции зданий элас-... сопряжений, рассчитанных на разность верти-... перемещений здания и трубопровода, а также ...ствующих осадочных швов (рис. 33.4).

...ри проектировании подогрева водопроводной во-... следует соблюдать санитарно-гигиенические требова-



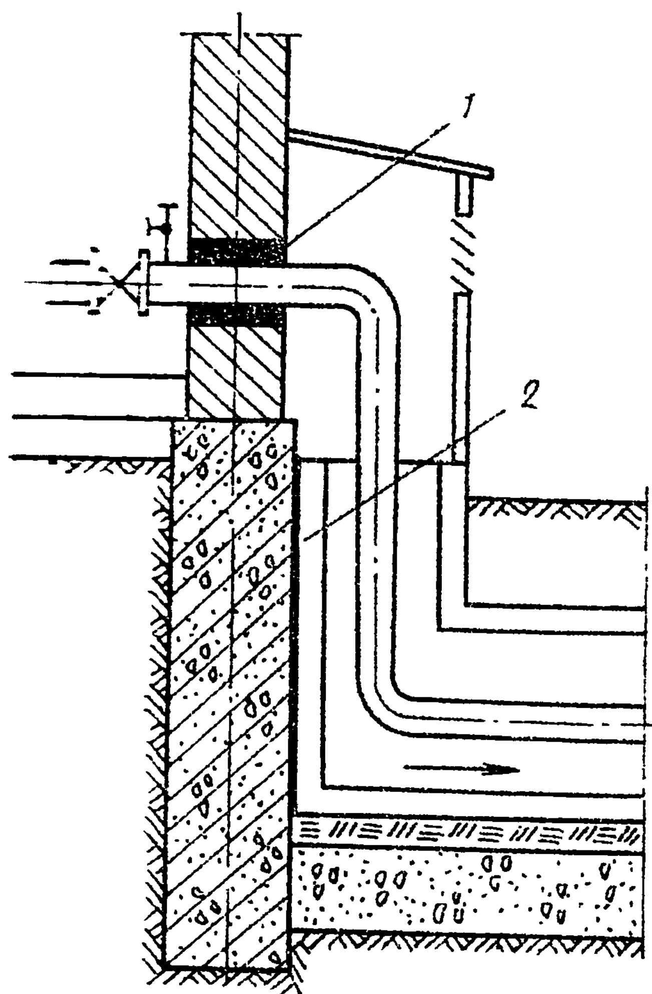


Рис. 33.3. Вводы трубопроводов в здание с проветриваемым подпольем при прокладке труб

а — выше поверхности земли; *б* — в каналах (термоизоляция труб условно не показана)

Рис. 33.4. Ввод трубопровода, проложенного по принципу сохранения мерзлоты в основаниях, в здание, допускающее протаивание оснований

1 — мягкое уплотнение; *2* — осадочный шов (теплоизоляция труб условно не показана)

...я, исключающие возможность загрязнения воды ...тьевого качества. Температуру подогрева воды опре-...ляют технико-экономическими расчетами с учетом ...имости тепла и термоизоляции.

Максимальная температура подогретой воды у по-...ебителя не должна превышать 20° С. Минимально до-...стимую температуру воды в концевых участках про-...зводственных и хозяйственно-питьевых водопроводов ...комендуется принимать для труб диаметром до 300 мм –5° С, более 300 мм +3° С.

Для водопроводов диаметром более 800 мм допу-...ается образование ледяной корки, толщину которой ...ределяют теплотехническими и технико-экономиче-...ими расчетами.

При установлении необходимого температурного ...жима воды в трубопроводах, укладываемых непо-...едственно в грунт, за расчетную температуру окру-...ющей среды принимают минимальную сезонную тем-...ратуру грунта на минимальной глубине заложения труб, а для трубопроводов, прокладываемых на открытом воздухе, в проветриваемых подпольях и вентилируемых каналах, принимают расчетную температуру воздуха в наиболее холодной пятидневке.

Водопроводную воду можно подогревать следующими способами:

а) подмешиванием теплой воды из сетей охлаждения технологического оборудования промышленных предприятий или ТЭЦ;

б) подогревом ее в специальных коммунальных или промышленных котельных и бойлерных установках.

Подогрев трубопроводов позволяет снизить температуру подогрева воды, а также предотвратить замерзание участков трубопроводов, в которых нельзя обеспечить непрерывность движения жидкости. Трубопроводы можно подогревать тепловым спутником — специальным или сопровождающим (теплосеть и др.) или греющим электрокабелем.

В качестве греющего электрокабеля рационально применять гибкий стальной провод толщиной 1—2 мм в хорошей гидро- и электроизоляции типа телефонного кабеля ТГВШ с теплосъемом не более 10 ккал/м.

Кабель используют в виде отдельных нагревательных элементов, рассчитанных на напряжение осветительной сети соответствующего района и снабженных терморегуляторами, реагирующими на температуру транспортируемой жидкости в контрольной точке. Навивку кабеля на трубопровод или прокладку его под трубами можно применять только в том случае, когда нельзя обеспечить подачу требуемого количества тепла от кабелей, протянутых над трубами. Не допускается непосредственное соприкосновение кабеля с поверхностью обогреваемой трубы.

Для предохранения воды от замерзания в трубопроводах можно предусматривать автоматический выпуск воды в конечных точках водопроводной системы. Температура воды, при которой включается в работу автоматическое устройство, определяется по формуле

$$t = -\frac{F_в k_в}{F_н k_н} t_в^р , \qquad (33.2)$$

где $F_в$ — теплоотдающая поверхность камеры (датчика), м²;

$F_н$ — поверхность части камеры, погруженная в трубопровод, м²;

$k_в$ и $k_н$ — полный коэффициент теплопередачи соответственно для верхней и нижней частей камеры, ккал/(м²·ч·°С);

$t_в^р$ — расчетная температура воздуха.

Температуру воды в водопроводе t, при которой начинается ее сброс, задают, изменяя положение регулятора тепловых потерь, т. е. величину

$$\frac{F_в k_в}{F_н k_н}.$$

В зависимости от диаметра трубопровода рекомендуется принимать значение t в пределах 0,1—3° С, при этом необходимо предусматривать отвод сбрасываемой воды.

Б. РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ТРУБОПРОВОДОВ

Для устройства сетей водопровода используют преимущественно стальные трубы. Чугунные водопроводные раструбные трубы можно применять при подземной прокладке в проходных каналах, а также при бес-

канальной подземной прокладке в благоприятных мерзлотно-грунтовых условиях. В перспективе предусмотрено широкое применение пластмассовых труб.

При выборе труб необходимо учитывать их массу и соответствующие затраты на их доставку в отдаленные районы Севера.

При решении схем внутренних систем водоснабжения зданий в условиях крайне низких температур окружающей среды с учетом особенностей строительства на вечномерзлых грунтах предусматриваются максимальная сборность сетей, минимум мокрых процессов при производстве работ, применение для сварных конструкций спокойных сталей.

При проектировании вводов и магистральных участков (внутренних) водопроводов, прокладываемых в вентилируемых подпольях и подвалах, необходимо учитывать следующие особенности:

а) необходимость предохранения транспортируемой воды от замерзания под воздействием отрицательных температур воздуха и грунта;

б) тепловое воздействие трубопроводов на окружающие грунты и особенно на вечномерзлые грунты оснований близ расположенных зданий и сооружений;

в) механическое воздействие оттаивающих и промерзающих грунтов на трубопроводы;

г) необходимость защиты вечномерзлых грунтов оснований от воздействия на них воды (при авариях трубопроводов).

Внутренние сети водопроводов зданий необходимо проектировать с минимальным количеством вводов [...] ды водопроводов следует, как правило, совмещ[...] вводами теплофикации, горячего водоснабжения.

При строительстве зданий по I принципу рек[...]дуется надземная прокладка вводов или в гр[...] в вентилируемых непроходных каналах. Минима[...] длина ввода при надземной или канальной прокл[...] (до стен здания) принимается 6 м. Надземную [...]кладку трубопровода с надежной теплоизоляцией [...]но предусматривать по низким опорам и по ст[...] зданий.

При отсутствии проходных или технологиче[...] коридоров между зданиями прокладка водопровода [...]жет осуществляться надземным способом совместн[...] другими трубопроводами. При этом трубы укладыв[...] на опорные конструкции или делают подсыпку из г[...]тов для устранения теплового воздействия трубопр[...]да на грунт, что должно проверяться теплотехничес[...] расчетом.

Примечания: 1. Подземную прокладку трубопров[...] следует проектировать только при нецелесообразности по а[...]тектурно-строительным или производственным соображе[...] применения надземной прокладки.

2. При строительстве по II принципу предусматривается [...]земная прокладка вводов водопровода без каналов. Мер[...] предохранению воды от замерзания назначают на основ[...] теплотехнических расчетов. При переменных расходах вод[...] резких изменениях наружной зимней температуры воздуха [...]дует обеспечивать сохранение талого грунта вокруг трубоп[...]да в зимнее время.

Раздел VII. КАНАЛИЗАЦИЯ

Глава 34. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

34.1. Основные требования санитарных норм технологии и благоустройства

Проектирование внутренней канализации зданий сооружений осуществляется в соответствии с требованиями СНиП и СН, предъявляемыми к конкретным видам зданий и промышленных производств с учетом производственных процессов предприятий. В проектах внутренних систем канализации должны быть соблюдены следующие требования органов санитарного надзора: обеспечение минимального содержания в сточных водах вредных и неприятно пахнущих веществ; максимальное снижение шума, вибрации, ультразвука, электромагнитных волн радиочастот, статического электричества и ионизирующих излучений; обеспечение непрерывности процессов производства; сокращение количества сточных вод за счет оборотного и повторного использования воды.

Из оборотных систем водоснабжения сточные воды, как правило, сбрасывают в производственную канализацию промышленного предприятия.

Незагрязненные производственные сточные воды (из оборотных систем и др.) допускается сбрасывать в дождевую или производственную канализацию.

Сточные воды от душей и умывальников следует отводить в сеть бытовой или производственной канализации предприятия.

При отводе производственных сточных вод, выделяющих газы, следует предусматривать меры по предотвращению проникания газов в помещения. Не допускается смешивание стоков, при котором происходят химические реакции с выделением вредных газов (сероводорода, цианистого водорода, мышьяковистого водорода и др.).

Спуск в городскую канализационную сеть сточных вод, содержащих вредные вещества, разрешается в том случае, если после смешения с основной массой сточных вод концентрация в них вредных веществ не превышает установленной нормами и не влияет на ход биологической очистки стоков.

Установки для очистки сточных вод допускается размещать в производственных зданиях в том случае, если в сточных водах, а также при их смешивании и очистке не образуются и не выделяются вредные или неприятно пахнущие пары и газы (меркаптаны, сероводород и др.).

Все здания, оборудуемые хозяйственно-питьевым водопроводом, должны иметь внутреннюю систему бытовой канализации.

В неканализованных районах внутренней канализацией (с устройством местных очистных сооружений) оборудуются следующие здания: жилые дома высотой более двух этажей; гостиницы, дома для престарелых (в сельской местности); больницы, родильные дома, поликлиники, амбулатории, диспансеры, санэпидемстанции; санатории, дома отдыха, пансионаты, пионерские лагеря; детские ясли-сады, школы-интернаты, общеобразовательные школы, учебные заведения; клубы, кинотеатры; стадионы на 5000 зрителей и больше; бани и прачечные; спортивные сооружения.

В неканализованных районах допускается размещать следующие здания с устройством люфт-клозетов или наружных уборных с выгребами: одно- и двухэтажные общежития вместимостью до 50 человек; поликлиники с числом посетителей до 200 человек; школы на 320 ученических мест; пионерские лагеря на 240 мест, используемые только в летнее время; клубы I типа; предприятия общественного питания; производственные и вспомогательные здания при наличии работающих в них до 25 человек в смену; открытые плоскостные спортивные сооружения.

Люфт-клозеты допускается устраивать в зданиях различного назначения, строящихся в I, II и III климатических районах СССР.

34.2. Объемно-планировочные требования

А. ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ЗДАНИЯ

В производственных зданиях уборные, умывальные и душевые размещают в бытовых помещениях, располагаемых или в пристройке к производственному зданию, или в отдельно стоящем здании, но с максимальным приближением их к рабочим местам.

Душевые рекомендуется размещать смежно с гардеробными, но не у наружных стен здания. Душевые кабины оборудуют, как правило, индивидуальными смесителями холодной и горячей воды с арматурой управления, расположенной у входа в кабину.

Число душевых сеток определяется по расчетному количеству человек, обслуживаемых одной душевой сеткой, работающих в наиболее многочисленной смене, в зависимости от групп производственных процессов (табл. 34.1).

Расчетная продолжительность работы душевых составляет 45 мин после каждой смены.

Вместо кабин можно применять групповые душевые установки.

Размеры между осями перегородок душевых кабин должны быть 0,9×0,9 м.

Ширина прохода принимается равной (не менее, м):

между рядами душевых кабин или между душевыми установками квадратного сечения	1,5
между рядом кабин и стеной (перегородкой)	0,9
между душевыми установками круглого очертания в плане	1
между установками и стеной (перегородкой)	0,7

Уклон пола в душевых помещениях в сторону лотка или трапа принимается равным 0,01—0,02.

В индивидуальных и групповых душевых, расположенных на междуэтажных перекрытиях, рекомендуется применять душевые поддоны.

При наличии производственных процессов со значительным тепловыделением (IIб), преимущественно в виде лучистого тепла, помимо душей дополнительно вблизи рабочих мест устанавливают полудуши-умывальники с душевыми сетками, отделяемые экранами из водонепроницаемых и водостойких материалов, из расчета один полудуш на 15 человек.

При определении количества кранов в умывальных краны в столовых и уборных не учитываются.

Устройства для мытья рабочей обуви следует предусматривать при производствах групп IIг и IIд.

Уборные. Расстояние от рабочих мест до уборных, размещаемых в здании, должно быть не более 75 м и не более 150 м до уборных, размещаемых вне здания.

В многоэтажных производственных зданиях уборные должны быть на каждом этаже.

Примечание. Исключение составляют следующие случаи: при количестве работающих на двух смежных этажах до 30 человек уборные размещают через этаж; при отсутствии работающих на одном этаже, а также при количестве работающих на трех этажах не более 10 человек — через два этажа.

ТАБЛИЦА 34

КОЛИЧЕСТВО РАБОТАЮЩИХ, ОБСЛУЖИВАЕМЫХ ОДНИМ САНИТАРНЫМ ПРИБОРОМ, В РАЗЛИЧНЫХ ПРОИЗВОДСТВАХ

Санитарная характеристика производственных процессов	Группа производственных процессов	Производственные процессы	Расчетное количество работающих		
			на 1 душевую сетку	на 1 кран умывальника	на 1 ножную ванну
I. Производственные процессы, протекающие при нормальных метеорологических условиях и при отсутствии вредных газов и пылевыделений					
Не вызывающие загрязнения одежды и рук	Iа	Основные процессы швейного производства (кроме процессов, связанных с применением синтетических мехов и тканей), точного приборостроения, часовых заводов	Души не требуются	7	Ножные ванны не требуются
Вызывающие загрязнение одежды и рук	Iб	Основные процессы машиностроения в цехах: механосборочных, инструментальных, модельных; холодная обработка металлов (кроме чугуна) без применения охлаждающих жидкостей	15	15	50
Вызывающие загрязнение одежды, рук и тела	Iв	Холодная обработка пластмасс, металлов (кроме чугуна) с применением охлаждающих жидкостей; наладка станков; ремонтно-механические работы	5	7	40
II. Производственные процессы, протекающие при неблагоприятных метеорологических условиях либо связанные с выделением пыли или с напряженной физической работой					
С выделением конвективного тепла	IIа	Основные процессы прядильных и ткацких производств текстильных фабрик, сушильные отделения различных производств	7	20	50
С выделением лучистого и конвективного тепла	IIб	Основные процессы в цехах: доменных, сталеплавильных, прокатных, термических, кузнечных, литейных, огнеупоров, отделений обжига кирпичных и цементных заводов	3	20	—
С применением воды	IIв	Процессы в мокрых цехах, связанные с намоканием рабочей одежды (в моечных и красильных отделениях текстильных фабрик и других производств), в отделочных цехах производств искусственных волокон; при гидравлической очистке изделий	5	20	40
С выделением больших количеств пыли либо особо загрязняющих веществ, кроме вредных	IIг	Основные процессы в трепальных отделениях хлопчатобумажных фабрик, в составных цехах стекольных заводов, на фосфоритовых мельницах, в пенько-джутовом и котонинном производствах, на мельницах и крупозаводах; процессы дробления различных материалов и руд; погрузочно-разгрузочные работы, на складах пылящих материалов, в заготовительных отделениях заводов асбестоцементных изделий, в сырьевых отделениях цементных заводов при сухом способе производства цемента; процессы по размолу и просеиванию угля, производству сажи; холодная обработка чугуна	3	7	—
Протекающие при совместном выделении пыли и влаги	IIд	Подземные работы; процессы на заводах железобетонных изделий; процессы при глазуровке фарфоровых изделий; процессы мокрого обогащения	3	20	—

Продолжение табл. 34.1

...характеристика ...ственных процессов	Группа производственных процессов	Производственные процессы	Расчетное количество работающих		
			на 1 душевую сетку	на 1 кран умывальника	на 1 ножную ванну
...ающие на открытом ... или в помещениях ...ратурой воздуха на ...тах ниже 5° С	IIс	Работы в карьерах, на открытых складах, в холодильниках; процессы закалки стали при низких температурах	5	20	10
III. Производственные процессы с резко выраженными выделениями вредных веществ и с загрязнением ими рабочей одежды					
...ые с производст... выделением или применением особовредных или ...щих веществ	IIIа	Процессы, связанные со значительными выделениями хлора, фенола, тиосоединений, меркаптана; процессы с применением свинца, мышьяка, ртути, бериллия, фосфора и их соединений, бензидина, тетраэтилсвинца; просеивание и расфасовка антибиотиков и алколоидов	3	7	—
...занные с производст... выделением или применением вредных и сильно...щих веществ	IIIб	Работы в окрасочных цехах с пульверизацией, в пропиточных отделениях толеворубероидных заводов, в ксантатных и прядильных цехах вискозных фабрик; основные процессы в производствах кислот, щелочей, при переработке нефтяных продуктов	3	15	—
...вязанные с обработкой ...ирующих материалов	IIIв	Процессы по первичной переработке утиля и животного сырья или его продукции (кожи, шерсти, кости)	3	15	—
...вязанные с применением ...тых источников ионизирующего излучения	IIIг	Процессы по дозировке, расфасовке и применению радиоактивных веществ, по приготовлению и нанесению светящихся красок	3	15	—
IV. Производственные процессы, требующие особого режима для обеспечения необходимого качества продукции					
...вязанные с переработкой ...щевых продуктов	IVа	Основные процессы на хлебо- и молокозаводах, макаронных и кондитерских фабриках, мясо-рыбокомбинатах, фабриках-кухнях, в столовых, на консервных и сахарных заводах	5	15	—
...вязанные с производством ...рильных перевязочных ...атериалов, сывороток, вак...ин	IVб	Процессы по производству стерильных перевязочных материалов, сывороток, вакцин	5	15	—
Связанные с производст...ом продукции, требующей ...обой чистоты при изготов...ении	IVв	Процессы при производстве радиотехнических приборов и изделий электронной промышленности (за исключением процессов, связанных с применением свинца, эпоксидных смол и других токсических веществ)	Души не требуются	7	—

Примечание. В одном помещении размещают не более 30 душевых сеток.

На промышленных предприятиях уборные, как правило, оборудуют напольными чашами; допускается установка и унитазов. При числе кабин более трех одна из них должна быть оборудована унитазом. В мужских уборных необходимо устанавливать писсуары.

Число напольных чаш (или унитазов) и писсуаров в уборной назначается в зависимости от количества человек в наиболее многочисленной смене из расчета одна напольная чаша (или один унитаз) на 15 женщин и одна напольная чаша (или один унитаз) и один писсуар на 30 мужчин. Количество напольных чаш (или унитазов) и писсуаров в одной уборной должно быть не более 16.

Если в наиболее многочисленной смене работает

менее 10 человек, допускается устройство одной уборной для мужчин и женщин.

Кабина или уборная на одну напольную чашу (или унитаз) должна иметь размеры в плане 1,2×0,9 м.

Рекомендуется устанавливать индивидуальные настенные писсуары, но допускаются и индивидуальные напольные писсуары. При установке писсуаров принимаются следующие расстояния (м):

между настенными писсуарами	0,7
ширина прохода между двумя рядами кабин	2
расстояние между крайним рядом кабин уборных и стеной или перегородкой	1,3
ширина прохода при расположении писсуаров против кабин	2

В шлюзах при уборных устанавливают один умывальник на четыре кабины, а при меньшем количестве кабин — один на каждую уборную.

Помещения для личной гигиены женщин предусматривают в том случае, если в наиболее многочисленной смене работает более 14 женщин (одна кабина на каждые 100 женщин); располагают их смежно с женскими уборными. При размещении помещений для личной гигиены женщин отдельно от уборных следует предусматривать в них унитаз и умывальник с подводом к нему холодной и горячей воды.

Размеры индивидуальной кабины 1,8×1,2 м; ширина прохода между рядами кабин 2 м, между рядом кабин и стеной или перегородкой 1,3 м.

Умывальные размещают смежно с гардеробными рабочей одежды. Рекомендуется размещать умывальники в гардеробных при расстоянии от них до шкафов не менее 2 м. Допускается применять групповые круглые умывальники с подачей воды от групповых смесителей. При установке умывальников принимаются такие расстояния (м):

между рядами умывальников	0,65
ширина прохода между рядами умывальников	2
между крайним рядом умывальников и стеной или перегородкой	0,65
между групповыми круглыми умывальниками и стеной или перегородкой	0,9
между круглыми групповыми умывальниками	1,2

Если в ряду четыре умывальника или менее, ширина прохода между рядами принимается 1,8 м, а между крайним рядом и стеной или перегородкой — 1,35 м.

Число кранов в умывальных определяется по расчетному количеству человек на один кран, работающих в наиболее многочисленной смене, в зависимости от групп производственных процессов (см. табл. 34.1).

Ручные ванны устанавливают на производствах, где процессы работы связаны с вибрацией, передающейся на руки. Число ванн определяют из расчета пользования ими 35% работающих в наиболее многочисленной смене и обслуживания одной ванной 3 человек за смену. До десяти ручных ванн можно размещать в производственных помещениях, более десяти — в умывальных или отдельных помещениях.

При количестве ручных ванн более пяти можно использовать умывальники размером 600×500 мм с групповыми смесителями холодной и горячей воды.

Температура воды для процедур принимается 37—38° С.

Ножные ванны устанавливают в преддушевых или умывальных; количество их принимается по табл. 34.1. Ножные ванны должны иметь индивидуальные смесители холодной и горячей воды. Ширина прохода между рядами ножных ванн должна быть 2 м, а между крайним рядом ножных ванн и стеной или перегородкой — 1,2 м; расстояние между кранами ножных ванн должно быть 0,7 м.

Б. ЖИЛЫЕ И ОБЩЕСТВЕННЫЕ ЗДАНИЯ

Санитарные узлы в жилых и общественных зданиях, как правило, располагают один над другим.

В жилых и общественных зданиях нельзя размещать санитарные узлы над жилыми комнатами, кухнями, больничными палатами, кабинетами врачей, спальными комнатами, лечебными кабинетами, обеденными

Рис. 34.1. Объемная санитарно-техническая кабина жилого крупнопанельного дома

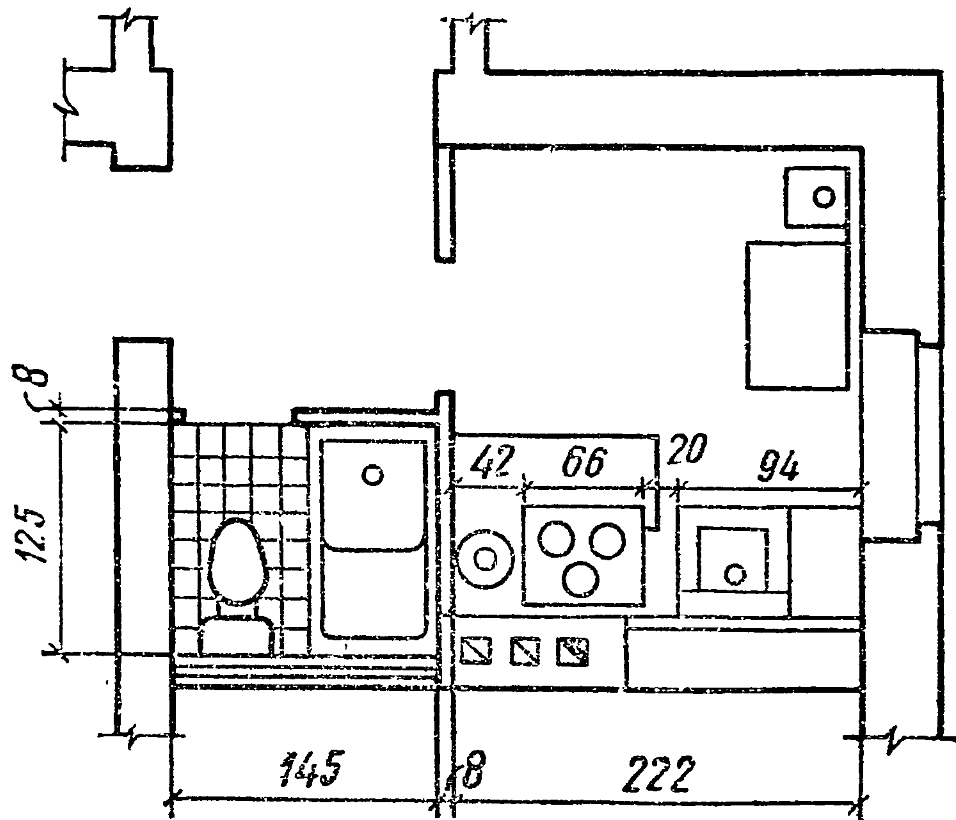
торговыми залами, складами пищевых продуктов и ценных товаров, рабочими комнатами административных зданий, помещениями, имеющими ценное художественное оформление, залами заседаний, зрительными залами, аудиториями, классами, приточными вентиляционными камерами и трансформаторными.

Индивидуальные уборные и умывальные в жилых домах квартирного и гостиничного типов, а также общежитиях должны иметь следующие внутренние минимальные размеры (в чистоте, м):

при открывании дверей наружу	0,8×1,2
» » » внутрь	0,8×1,4
при открывании дверей внутрь и при применении унитазов с низко расположенными смывными бачками	0,8×1,5

...бины в общих уборных общежитий должны ... размер в осях 0,8 м.

... общественных уборных размеры кабин должны ... величены по длине и ширине на 100 мм. Ширина ... вдоль ряда кабин при открывании дверей ... принимается не менее 1,1 м, при открывании ... — не менее 1,3 м. Если с противоположной сто... кабин уборных расположены писсуары, указанные ...ояния должны быть увеличены на 0,7 м.



... 34.2 Санитарно-кухонный узел квартир для посе...ного заселения с установкой сидячей ванны, унитаза и раковины

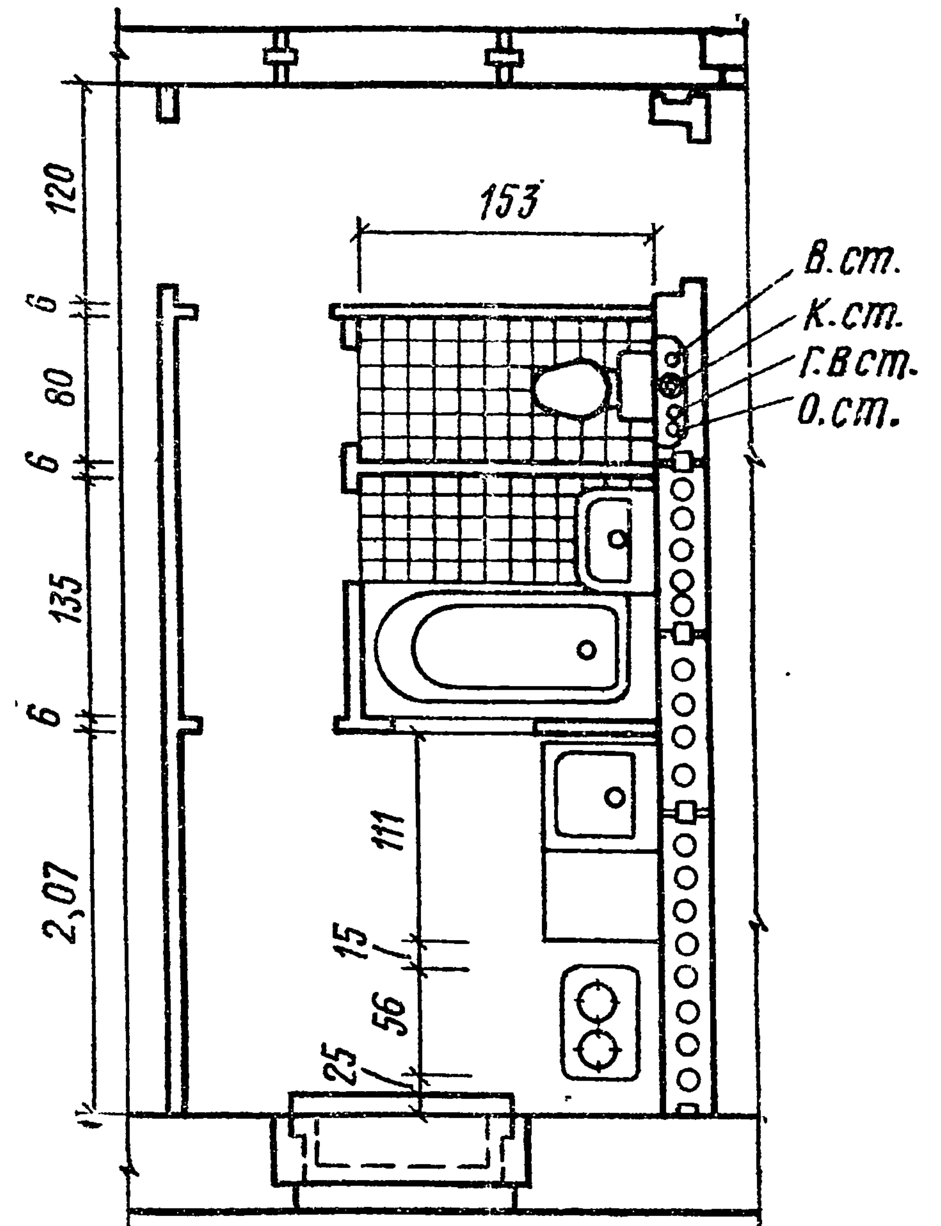


Рис. 34.3. Санитарно-кухонные узлы квартир для посемейного заселения с раздельным санитарным узлом

В общежитиях и гостиницах общие уборные и умы...льные необходимо размещать на каждом этаже в ...дельных помещениях с самостоятельными входами из ...щих коридоров.

При совмещенной уборной с умывальной, в которой ... более двух умывальников, предусматривают шлюзы.

В крупнопанельном строительстве применяют объ...ные санитарно-технические кабины (совмещенные и ...здельные), изготовляемые на заводах и доставляемые ... строительную площадку в готовом виде (рис 34.1). ...ояки размещают с внешней стороны кабин, что ...еспечивает поэтажное соединение их без захода в ...бины.

Размещение санитарных приборов. В жилых домах ...вартирного типа устанавливают (из расчета на одну ...вартиру): а) унитаз и сидячую ванну размером 0,7× ... 1,2 м в совмещенном санитарном узле и раковину или ...йку в кухне (рис. 34.2); б) ванну, умывальник и уни...з (причем унитаз может быть установлен в отдельной ...бине) (рис. 34.3) и раковину или мойку в кухне.

В жилых домах гостиничного типа с квартирами на ...—2 человека устанавливают умывальники и сидячие ...анны или душевые поддоны в санитарных узлах и мой...и в кухнях (рис. 34.4 и 34.5).

В общежитиях принимают следующее количество ...анитарных приборов:

в мужских и женских умывальных	1 кран на 8 чел
в мужских уборных	1 унитаз и 1 писсуар на 18 чел.
в женских »	1 унитаз на 12 чел. и 1 гигиеническая кабина на 50 чел.
в душевых	1 душевая сетка на 30 чел.

В гостиницах число санитарных приборов зависит ... категории номеров:

I категория — ванна или душ, унитаз и умываль...ник, устанавливаемые в объединенном санитарном ...зле;

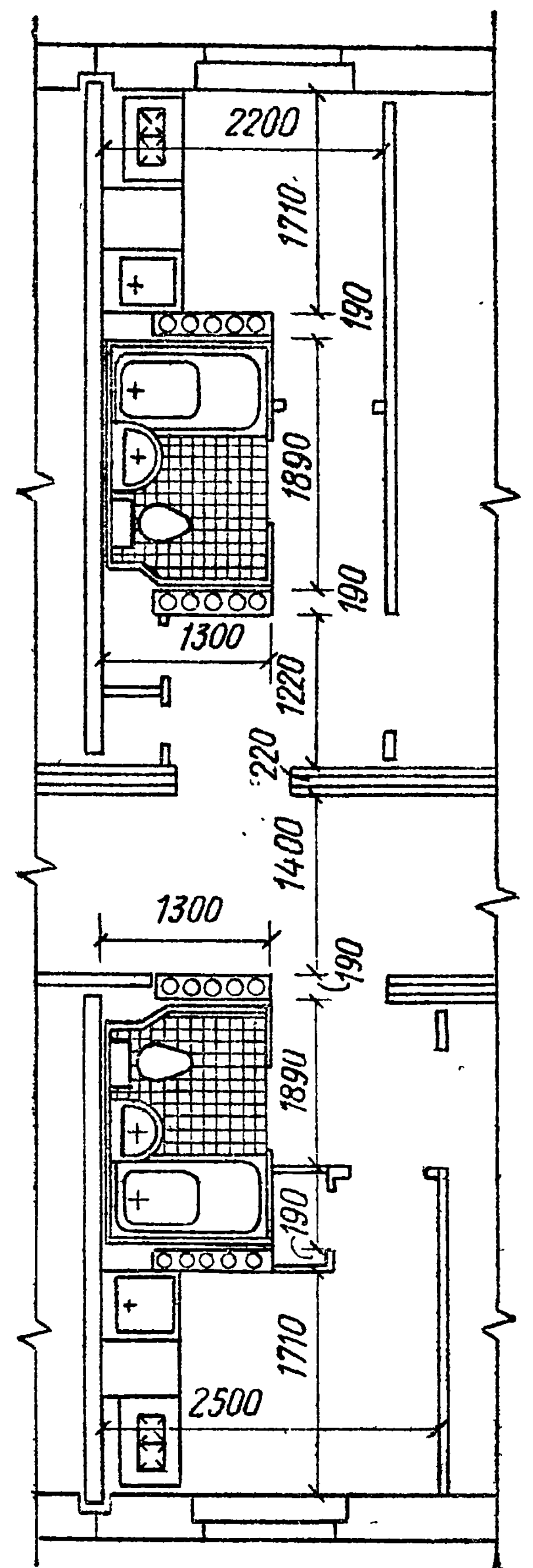


Рис. 34.4. Санитарно-кухонные узлы квартир домов гостиничного типа с сидячими ваннами в санитарных узлах

II категория — унитаз и умывальник, устанавливаемые в объединенном санитарном узле;

III категория — умывальник.

В гостиницах, не имеющих санитарных узлов в номерах, количество санитарных приборов определяют ис-

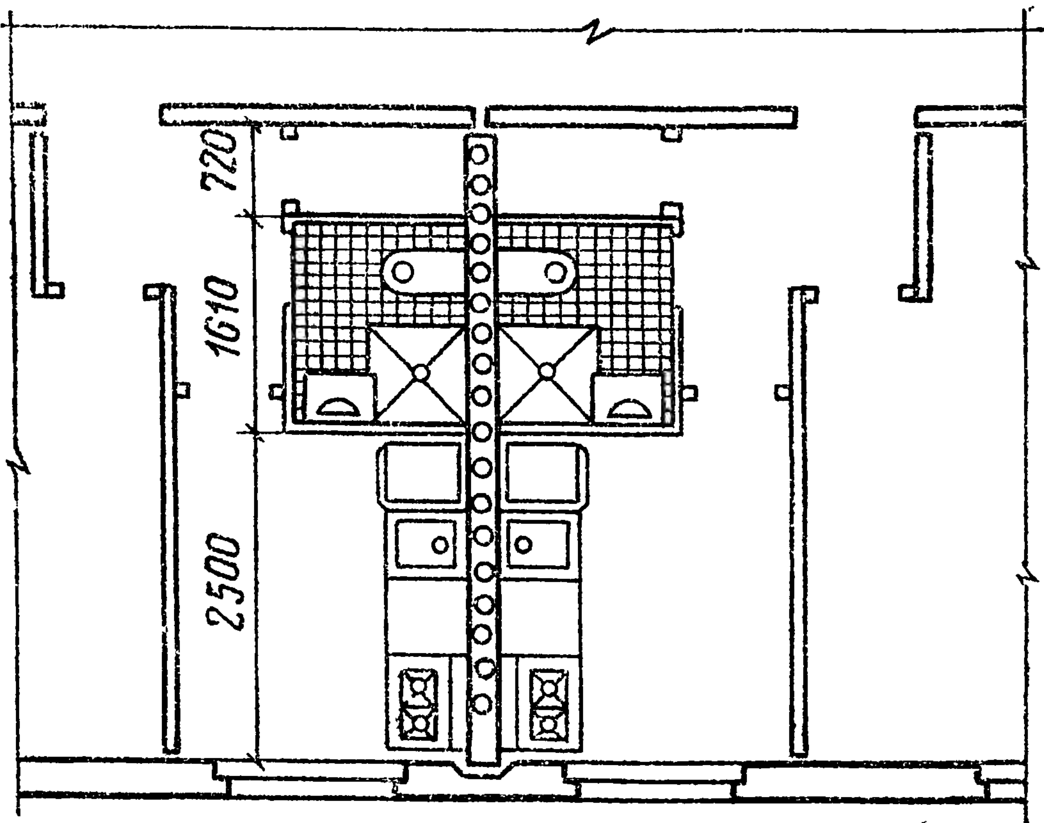


Рис. 34.5. Санитарно-кухонные узлы квартир домов гостиничного типа с глубокими душевыми поддонами в санитарных узлах

ходя из суммарного числа мест в номерах с учетом обслуживающего персонала:

в мужских уборных	1 унитаз и 1 писсуар на 18 чел.
» женских »	1 унитаз на 12 чел.
» ванных или душевых	1 ванна или 1 душевая сетка на 30 чел.

В клубах (кроме спортивного зала и уборных при сцене) устанавливают следующие санитарные приборы:

в мужских уборных	1 унитаз и 1 писсуар на каждые 150 зрительских мест 1 унитаз и 1 писсуар на каждые 200 посетителей
» женских »	1 унитаз на каждые 75 зрительских мест 1 унитаз на каждые 100 посетителей

В общих уборных устанавливают:

в мужской	1 унитаз и 2 писсуара на каждые 150 чел.
» женской	1 унитаз на 75 чел.

ТАБЛИЦА 34.2

КОЛИЧЕСТВО САНИТАРНЫХ ПРИБОРОВ В ЗДАНИЯХ КИНОТЕАТРОВ

Приборы	Количество санитарных приборов при числе мест в кинотеатре			
	1600—1200	800	600—400	300—200
Унитазы в уборных:				
мужских	3	2	1	1
женских	4	3	2	1
Писсуары в мужских уборных . . .	3	2	2	1
Умывальники в мужских и женских уборных	2	1	1	1

Примечания: 1. Мужские и женские уборные должны устраиваться отдельно и иметь шлюзы. В шлюзах устанавливают 1 умывальник на 150 зрительских мест и 1 умывальник на 200 посетителей клуба.

2. В уборных при сцене и спортивном зале, а также в уборных для обслуживающего персонала допускается открывание дверей внутрь, причем глубина кабины должна быть не менее 1,4 м.

3. Умывальники, кроме уборных, необходимо устанавливать в артистических комнатах кабинете врача, фотолаборатории и студии изобразительных искусств.

4. В подсобном помещении буфета должна быть установлена мойка.

В зданиях кинотеатров количество санитарных приборов принимают по табл. 34.2.

В школах количество санитарных приборов принимают из расчета.

для девочек	1 унитаз на 30 чел. и 1 умывальник на 60 чел.
» мальчиков	1 унитаз и 1 писсуар на 40 чел. и 1 умывальник на 60 чел.
» учителей в школах до 400 ученических мест	1 уборная (1 унитаз и 1 умывальник)
то же, в школах с числом ученических мест 400	2 уборные (1 унитаз и 1 умывальник в каждой)

Примечания: 1. Мужские и женские уборные должны устраиваться раздельно и иметь шлюзы.

2. Унитазы необходимо размещать в отдельных кабинах с дверями, открываемыми наружу.

3. Кабины следует отделять перегородками высотой не менее 1,75 м, не доходящими на 0,2 м до пола.

4. В уборных для обслуживающего персонала допускается открывание дверей внутрь, причем глубина кабин должна быть не менее 1,4 м.

Уборные для учащихся предусматривают на каждом этаже, имеющем классные помещения. В двухэтажном здании допускается устройство уборных для учеников в одном из этажей. В лабораториях, классных комнатах I—IV классов, лаборантских, мастерских, кабинетах основ производства и домоводства, кабинетах черчения, рисования и географии, а также в буфетной устанавливают умывальники дополнительно к расчетному их количеству. Кроме того, устанавливают раковины на демонстрационных столах.

В лечебно-профилактических учреждениях (больницы различного профиля, поликлиники и фельдшерско-акушерские пункты) количество санитарно-технических приборов принимается в зависимости от профиля лечебного учреждения и назначения помещений и определяется технологической частью проекта.

Для прочих общественных зданий количество санитарных приборов принимается по соответствующим нормам проектирования.

Выбор типа санитарных приборов. В лечебно-профилактических учреждениях следует применять санитарные приборы из фаянса. Чаши хирургических умывальников должны быть плоские, без стенок и бочков, кронштейны — круглые и простые по форме, сифоны — бутылочные, краны-смесители — локтевого типа.

Для лечебных процедур с агрессивными водами необходимо устанавливать ванны с кислотоупорной эмалью или фаянсовые, покрытые белой глазурью, обеспечивая подход к ним с трех или четырех сторон.

В водолечебных отделениях при групповой установке ванн выпуски из них располагают над сборными лотками с трапами без установки сифонов.

Для обмывания горшков и подкладных суден устанавливают видуары, при отсутствии специальных чаш — обычные клозетные.

Для обмывания клеенок предусматривают чугунный эмалированный желоб с наклонной плитой, по верх-

...ю которой прокладывают дырчатую трубу диа... 20 мм. Воду к трубе подводят от смесителя. ...ные воды от моек для мытья брезента, душей ... грязелечебного отделения во избежание засоре... канализационной сети следует направлять в грязе...ник с сифоном (гидравлическим затвором), дей...щий по принципу песколовок. Под умывальниками ...ками в грязелечебницах гидравлические затворы ...дусматривают.

В предприятиях общественного питания, прачечных ...гих общественных зданиях типы и количество са...ных приборов и специальных приемников незагряз...ных или загрязненных производственных сточных ... определяются технологическим проектом.

Во всех зданиях следует применять санитарные ...боры, позволяющие прокладывать отводные трубы ... полом (унитазы с боковыми выпусками, ванны с ...льными гидравлическими затворами — сифонами ...).

Расположение санитарных приборов. Санитарные ...боры следует располагать в отапливаемых и венти...руемых помещениях с естественным или искусствен... освещением.

Писсуары. Групповые мужские уборные необходи... оборудовать писсуарами из расчета один писсуар ... один унитаз. Расстояние между осями писсуаров ...жно быть не менее 0,7 м. Стены, на которых уста...вливают групповые писсуары, требуется облицевать ... высоту не менее 1,5 м.

Умывальники. Расстояние от умывальников до дру...х санитарных приборов и строительных конструкций ...жно быть (не менее, м):

между осями умывальников при групповой установке	0,65
от боковой стороны умывальника до стены в бытовых помещениях	0,15
то же, в жилых домах (при длине умывальника 0,65 м)	0,05
от передней стенки умывальника до стены	0,8
то же, при групповой установке умывальников	1,25
между двумя рядами умывальников	2
между боковой стороной умывальника и осью клозетной чаши унитаза	0,4
от оси унитаза до наружного края ванны	0,45

Для группы умывальников (не более шести), рас...олагаемых в одном помещении, можно предусматри...вать один сифон-ревизию диаметром 50 мм.

Сифоны бутылочного типа устанавливают только ...од индивидуальные умывальники. Не допускается при...соединение двух умывальников, расположенных в раз...ных помещениях, к одному сифону.

Мойки. Мойки, устанавливаемые в кухнях, столовых и буфетах, должны иметь между выпуском и сифоном (гидравлическим затвором) воздушный разрыв не менее 20 мм.

Для одной мойки с несколькими отделениями предусматривается один сифон. Бутылочный сифон устанавливают для моек с одним отделением.

Душевые и ванные комнаты. Ванны можно устанавливать на чугунных ножках и бетонных подставках (встроенные ванны). При облицовке боковых поверхностей ванн требуется обеспечивать доступ к сифону, устраивая люк размером 0,3×0,3 м. При покрытии боковых поверхностей ванн съемными асбестоцементными листами люки не устраивают.

В полу ванных комнат общего пользования нужно устанавливать трапы диаметром 50 мм. В ванных комнатах или совмещенных санитарных узлах в жилых квартирах и ванных комнатах при отдельных номерах гостиниц трапы не устанавливают.

Для индивидуальных и групповых душевых, располагаемых на междуэтажных перекрытиях, рекомендуется применять душевые поддоны.

Диаметр отводной трубы и гидравлического затвора у питьевых фонтанчиков должен быть не менее 25 мм.

Высота установки санитарных приборов приведена в табл. 34.3.

ТАБЛИЦА 34.3

ВЫСОТА УСТАНОВКИ САНИТАРНЫХ ПРИБОРОВ

Приборы	Высота установки санитарных приборов от пола, м			
	в жилых домах и административных зданиях	школах	детских садах-яслях	общественных уборных
Унитазы (без борта)	0,4—0,42	0,3—0,4	0,3	0,3—0,4
Писсуары	0,65		0,45—0,65	0,45—0,65
Раковины и мойки	0,85	0,85	0,85	—
Умывальники	0,8	0,7—0,8	0,4—0,5	0,7—0,8

Примечание. В общественных уборных некоторые унитазы необходимо устанавливать на высоте 0,3 м; кроме того, отдельные умывальники располагают на высоте 0,7 м (до борта).

Глава 35. СИСТЕМЫ И СХЕМЫ КАНАЛИЗАЦИИ

35.1. Классификация и характеристика систем канализации

В зависимости от назначения здания и предъявленных требований к сбросу сточных вод проектируются следующие системы внутренней канализации:

а) *бытовая* — для отведения сточных вод от санитарных приборов (унитазов, раковин, умывальников, ванн, моек, душей и др.);

б) *производственная* — для отведения производственных сточных вод (одна или несколько в зависимости от состава сбрасываемых сточных вод);

в) *объединенная* — для отведения бытовых и производственных сточных вод при возможности их совместной очистки;

г) *сеть внутренних водостоков* — для удаления атмосферных осадков с крыш зданий.

В производственных зданиях с различными технологическими процессами могут быть применены все указанные системы канализации.

В жилых и общественных зданиях обычно проектируют только бытовую канализацию и в отдельных общественных и коммунально-бытовых зданиях предусматривают дополнительно дождевую или вторую сеть канализации для отвода производственных сточных вод.

В предприятиях общественного питания на 200 мест и более сточные воды из моечных, мясо-рыбных заготовочных и кухонь отводят по отдельной сети к жироуловителю, расположенному вне здания, а после жиро-

уловителя направляют в наружную сеть бытовой канализации.

В зданиях магазинов и предприятий общественного питания устраивают раздельные сети производственной и бытовой канализации.

В банях на 100 мест и более при устройстве теплоуловителей бытовая канализация должна быть отдельной от производственной сети канализации. В прачечных также устраивают отдельные выпуски для технологических стоков.

Не допускается сбрасывать: бытовые сточные воды в наружную сеть производственной канализации и загрязненные производственные сточные воды в наружную сеть производственной канализации, отводящую незагрязненные стоки.

В отдельных случаях, при соответствующем технико-экономическом обосновании, допускается отведение некоторых производственных сточных вод (высококонцентрированных, ядовитых, радиоактивных и др.) в выгреб или бункер для последующего их вывоза.

Не допускается сброс атмосферных вод в сеть бытовой канализации, а также производственной канализации, стоки которой требуют очистки.

35.2. Схемы канализации зданий различного назначения

При проектировании внутренней производственной канализации предусматривается устройство нескольких раздельных сетей в зависимости от агрессивности стоков, температуры, характера их последующей обработки, наличия в составе стоков химических компонентов, которые при смешивании с другими сточными водами способны вступать в реакции, сопровождающиеся выделением вредных или взрывоопасных смесей, газов или осадков. В необходимых случаях производят обезвреживание стоков перед выпуском их в наружную сеть

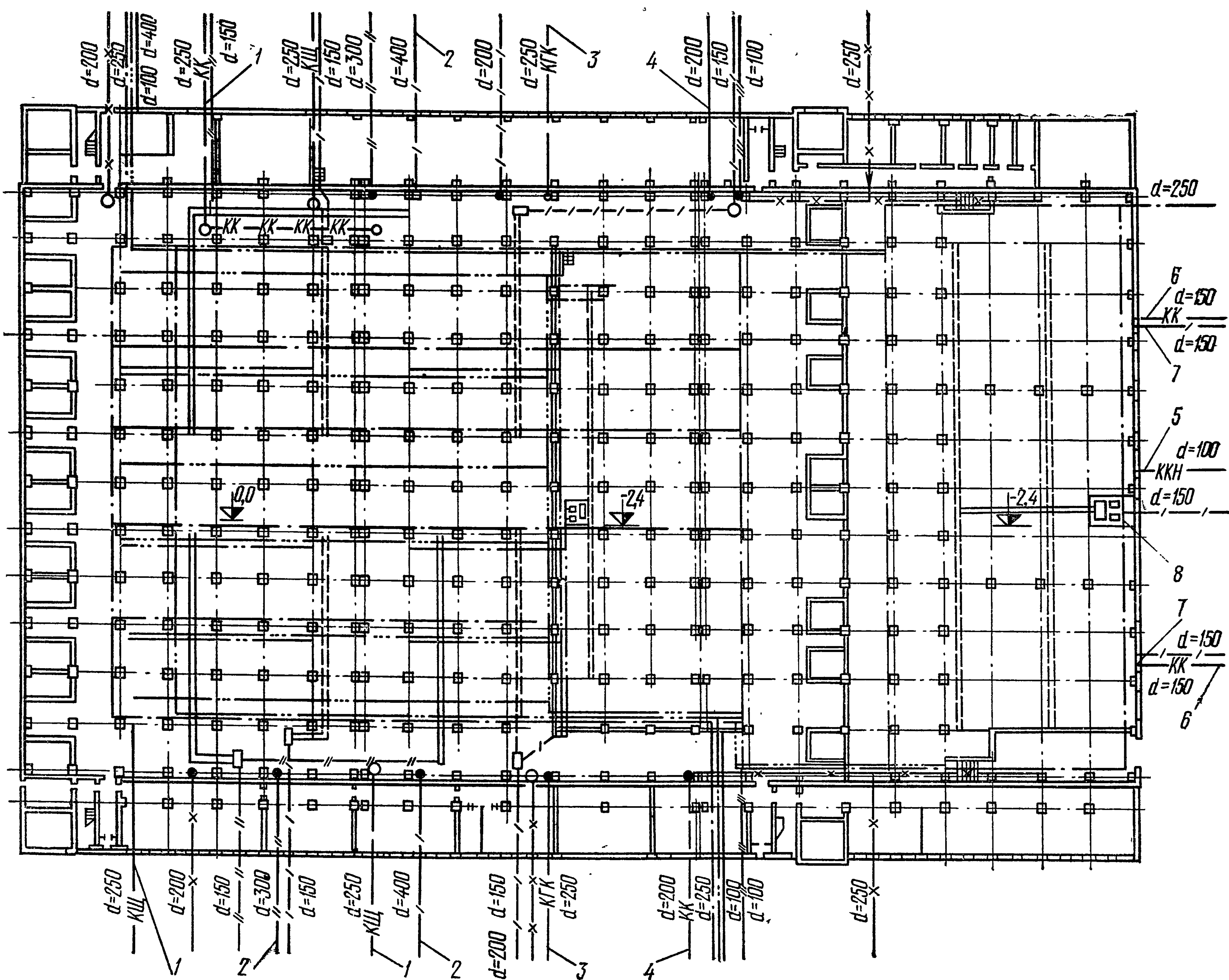
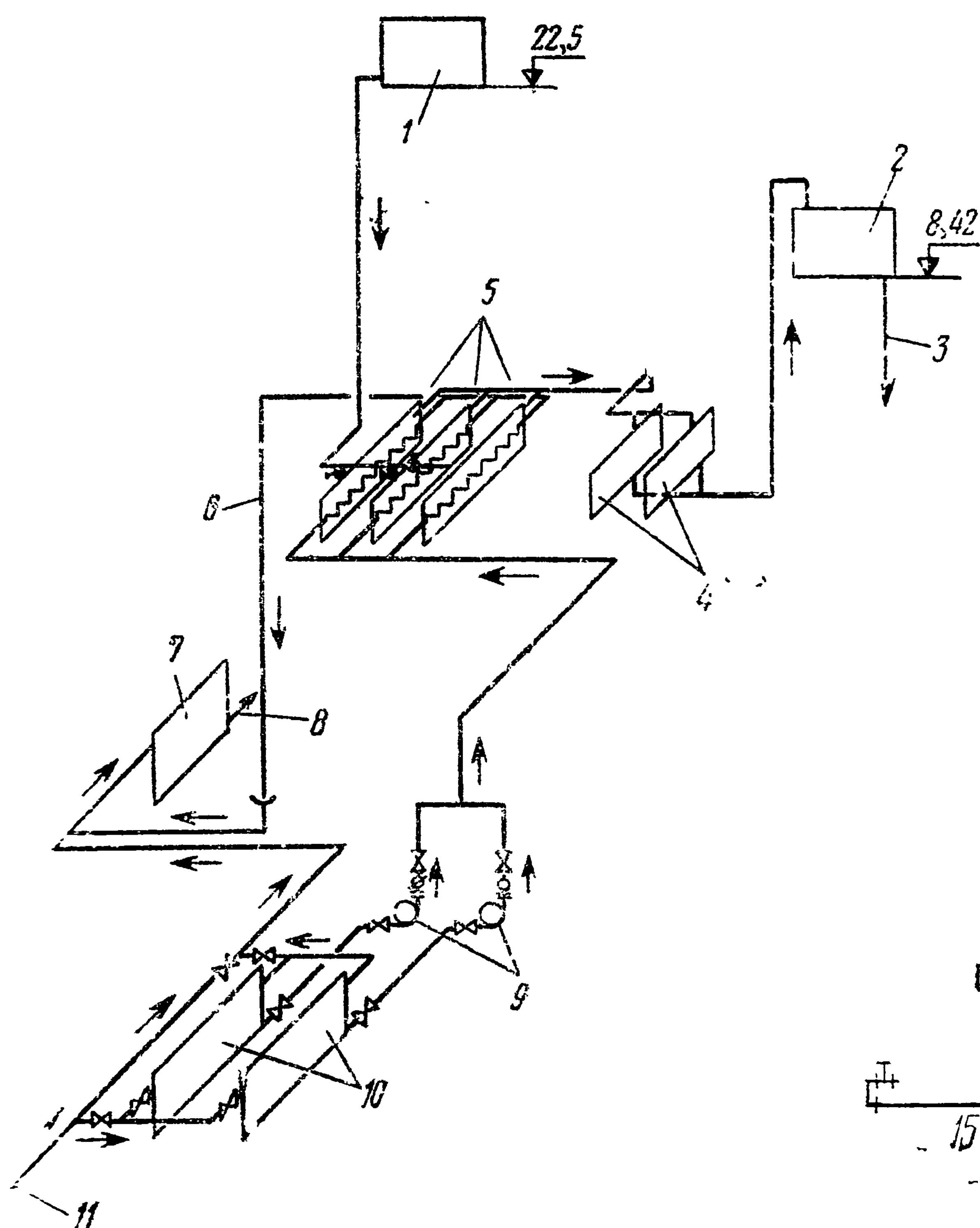


Рис. 35.1. Схема канализации корпуса производства штапеля (схема вводов водопровода, выпусков канализации и трасс основных сетей)

1 — спуск из технологических баков (КЩ); *2* — отводная линия от отделочных машин; *3* — отводная линия от утилизационных бойлеров (КГК); *4* — отводная линия от первых отжимных вальцов (КК); *5* — отводная линия от баков (ККН); *6* — отводная линия от кварцевых фильтров и баков; *7* — отводная линия от трапов на отметках 4, 8 и 9 м; *8* — место установки бака и насоса

...ации (стоки гальванических цехов, термических

...имерами производственных зданий с большим ... сетей канализации могут служить корпус вис... шелка и главный корпус производства штапеля.



...ис. 35.2. Схема канализации с использованием тепла производственных сточных вод

— бак холодной умягченной воды; 2 — бак горячей умягченной ..., t=95 °С (герметически закрытый водонагреватель); 3 — по... горячей воды с температурой 95 °С к отделочным агре...там; 4 — пароводяные бойлеры; 5 — водоводяные бойлеры; — трубопровод производственной сточной воды с t=35 °С; 7—ре...гирующий резервуар аварийного сброса производственных ...чных вод с t=95 °С; 8 — спуск в канализационную сеть; — насосы; 10 — баки для горячей воды с t=95 °С; 11 — отвод производственных сточных вод от отделочных агрегатов

В корпусе вискозного шелка имеется пять канализа...ионных сетей: бытовая, производственно-дождевая, ...слых стоков, щелочных стоков, вискозных стоков.

В бытовую канализацию сбрасываются сточные во...ы от санитарных приборов, душевых и лабораторий; в производственно-дождевую канализацию — дождевые ...токи с крыш и незагрязненные производственные сточ...ые воды от оборудования и камер кондиционирования.

В систему канализации кислых стоков поступают ...точные воды из цехов отделочных агрегатов, отрабо...авшие растворы из технологических баков и смыв с ...ола (стоки собирают лотковой канализацией в сбор...ый резервуар и откачивают насосами); из отделочного ...еха — от оборудования и смыв с пола (два выпуска); ...з прядильного цеха — от оборудования и смыв с по...а (две раздельные сети, два выпуска); из кислотной ...танции — при промывке кварцевых фильтров (самосто...тельный выпуск), смыв с пола, от оборудования (два выпуска), из подвала (откачивают насосами) и отработавшие растворы.

В канализацию щелочных стоков сбрасываются сточные воды из отделочного цеха — при промывке шелка и сброс воды от центрифуг; из цеха отделочных растворов — при промывке оборудования (откачивают насосом); в канализацию вискозных стоков — сточные воды от прядильных машин, из вискозного цеха, из отделения приготовления крашеной вискозы при промывке оборудования и смыв с пола (четыре выпуска с гидрозатворами на выпусках).

В главном корпусе производства штапеля (рис. 35.1) имеется восемь систем канализации. В бытовую канализацию поступают сточные воды от санитарных приборов и лабораторий; в производственно-дождевую — дождевые воды с крыш зданий и незагрязненные производственные воды; в производственную канализацию кислых сточных вод — кислые воды из различных отделений. Отдельные системы канализации устроены для приема кислых концентрированных, кислых горячих (от утилизационной бойлерной), щелочных, щелочных концентрированных и вискозных сточных вод.

Примером использования незагрязненных производ-

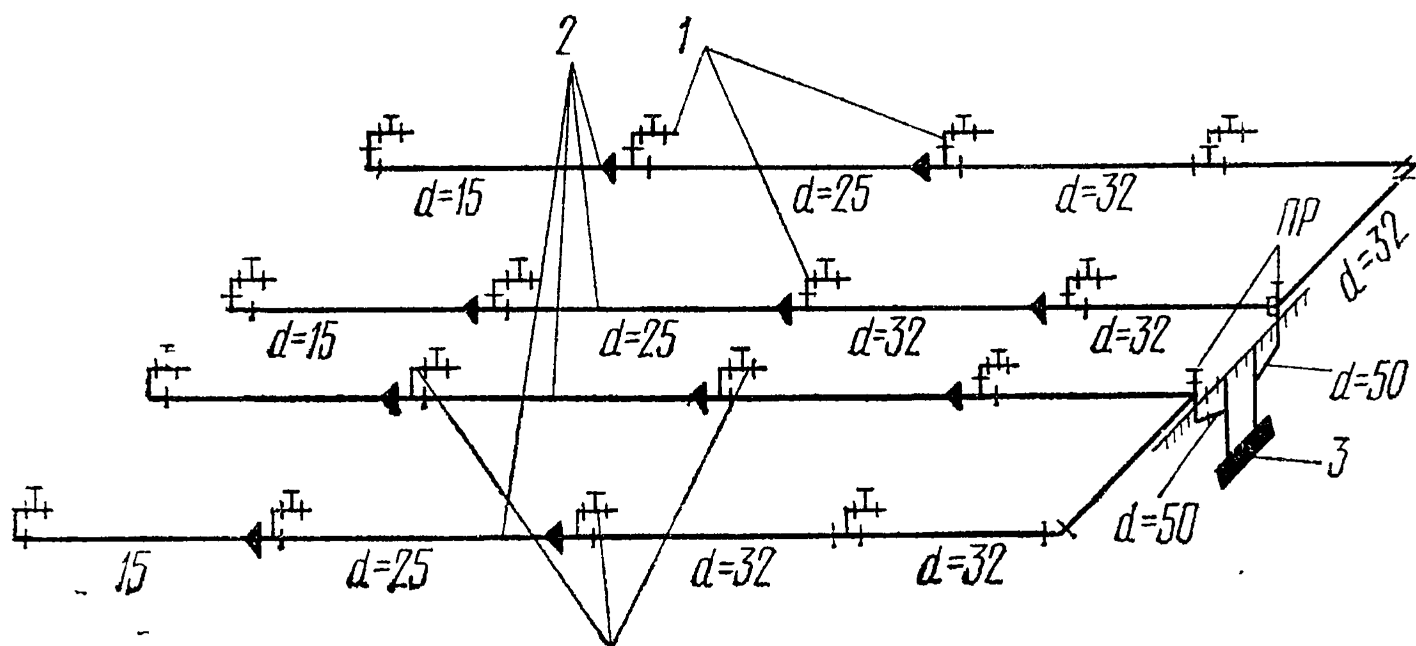


Рис. 35.3. Схема канализации для отвода воды от конденсаторов

1 — отводная линия от конденсаторов; 2 — прокладка по полу, 3 — колодец; ПР — прочистка

ственных сточных вод с температурой 95° С непосредственно в самом здании может служить одна из канализационных систем завода искусственного волокна (рис. 35.2). В данной системе сточные воды поступают в сборные баки, откуда их подают насосами в водонагреватели для подогрева холодной умягченной воды.

Производственная канализация цеха железобетонных изделий, предназначенная для отвода воды от конденсаторов и из приямков пропарочных камер, приведена на рис. 35.3. Сточные воды от конденсаторов ввиду небольшого их количества и необходимости установки вентилей отводят от каждой камеры. Сточные воды от четырех приямков пропарочных камер отводят только из одного отделения. Остальные отделения соединяются отверстиями, в которые заделывают стальные патрубки диаметром 50 мм. Для предотвращения поступления пара из пропарочных камер в канализационный коллектор устанавливают гидрозатворы.

35.3. Нормы водоотведения, коэффициенты неравномерности и расходы сточных вод

Нормы водоотведения хозяйственно-фекальных сточных вод и коэффициенты неравномерности прини-

ТАБЛИЦА 35.1

РАСЧЕТНЫЕ СЕКУНДНЫЕ РАСХОДЫ СТОЧНОЙ ВОДЫ ОТДЕЛЬНЫМИ САНИТАРНЫМИ ПРИБОРАМИ

Санитарные приборы	Водоотведение, л/с	Диаметр отводного трубопровода, мм	Минимальный уклон трубопровода
Раковина	0,33	50	0,025
Унитаз со смывным бачком:			
присоединенный непосредственно к стояку	1,5—1,6	100	—
присоединенный к горизонтальному трубопроводу поэтажной разводки длиной более 1,5 м	0,8—0,9	100	0,02
Унитаз с промывным краном	1,2—1,4	100	0,02
Писсуар	0,05	50	0,02
Писсуар с автоматической промывкой	0,3	50	0,02
Умывальник (без пробки)	0,07	40—50	0,02
Мойка:			
на одно отделение	0,67	50	0,025
» два отделения	1	50	0,025
Моечная ванна	5	100	0,02
Ванна	1,1	50	0,02
Душ	0,2	50	0,025
Бидэ	0,15	50	0,02
Гигиенический душ	0,07	50	0,02
Питьевой фонтанчик	0,035	25—50	0,01—0,02

мают аналогично нормам водопотребления (см. главу 27).

Количество производственных сточных вод принимают по данным технологических проектов в соответствии с требованиями технологии производства, учитывая различную продолжительность наполнения и опорожнения ванн, баков и т. п.

Расчетные секундные расходы сточной жидкости отдельными санитарными приборами приведены в табл. 35.1.

Глава 36. ПРИЕМНИКИ СТОЧНЫХ ВОД

36.1. Назначение приемников

Приемники сточных вод служат для непосредственного приема бытовых, производственных и атмосферных вод в системах внутренней канализации зданий и подразделяются следующим образом:

1) *приемники для бытовых сточных вод* — санитарные приборы, устанавливаемые в санитарно-бытовых помещениях (санузлах) жилых, общественных и производственных зданий;

2) *приемники для производственных сточных вод* (от технологических процессов производства, гидроуборки помещений и вентиляционных установок) — воронки для приема охлаждающей воды от машин и аппаратов; колодцы и лотки с решетками в цехах, трапы, сливы и раковины, а также бачки для разрыва струи; устанавливают их в производственных зданиях и помещениях;

3) приемники для атмосферных вод — водосточные воронки;

4) приемники специального назначения — медицинские санитарные приборы, устанавливаемые в больницах, госпиталях, клиниках (лечебные души, видуары, лечебные ванны и пр.), лабораторные приборы (специальные раковины, умывальники, мойки, унитазы с подачей воды без прикосновения рук).

Основные требования, которые предъявляются к санитарным приборам всех видов, — это удобство и простота прочистки их приемных отверстий, а также полная промывка их рабочей поверхности. Во избежание засорения приемные отверстия всех санитарных приборов, кроме унитазов и напольных клозетных чаш, должны иметь решетки. Поверхности санитарных приборов защищают покрытиями против разрушающего воздействия сточной жидкости, слабых растворов щелочей и кислот, а также попеременного воздействия холодной и горячей (до 90° С) воды.

Санитарные приборы изготовляют из различных материалов — чугуна, керамики (фаянса, полуфарфора, шамотного фаянса), листовой стали, цветных металлов и сплавов, а также пластмасс. Рабочую поверхность санитарных приборов, изготовленных из чугуна (ванны, мойки, раковины, клозетные чаши, трапы и др.), покрывают стекловидной эмалью, нерабочие поверхности — водоустойчивой краской или грунтовой эмалью. Поверхности санитарных приборов из стали защищают стекловидной эмалью с двух сторон.

Поверхности чугунных и стальных приборов, предназначенных для принятия лечебных процедур в различных растворах или морской воде, а также для специальных лабораторий, покрывают химически стойкой стекловидной эмалью.

Внутренние и видимые наружные поверхности керамических изделий (умывальников, моек, сифонов и др.) защищают глазурью.

Санитарные приборы, а также приемники производственных сточных вод, присоединяемые к бытовой или производственной канализации, стоки которой имеют неприятные запахи или выделяют вредные газы и пары, должны иметь гидравлические затворы (сифоны) либо в конструкции приборов (унитазы, писсуары и др.), либо устанавливаемые на выпуске от прибора.

36.2. Оборудование по технике безопасности отдельных производств

В производственных помещениях, где возможны воспламенение одежды (при выбросе пламени из печей и др.) или химические ожоги, необходимо устанавливать аварийные души, раковины самопомощи или ванны с водой.

Аварийные души, ванны и раковины самопомощи размещают на видных легкодоступных местах через каждые 25 м и подключают к хозяйственно-питьевому водопроводу. Аварийные души должны иметь педальное выключение и душевую сетку пропускной способностью 5 л/с. К водопроводу аварийные души подключают через бак емкостью 0,8—1 м^3.

Вместо раковин самопомощи можно использовать питьевые фонтанчики или умывальники; в качестве ванн самопомощи — обыкновенные или сидячие чугунные ванны, заполняемые водой перед началом рабочей смены.

Глава 37. КАНАЛИЗАЦИОННЫЕ СЕТИ

37.1. Трубопроводы и лотки

Отвод сточных вод предусматривается, как правило самотечным трубопроводам. Материал труб выбирают в зависимости от состава и температуры сточных вод, требований к прочности материала трубопроводов и экономии металла (табл. 37.1).

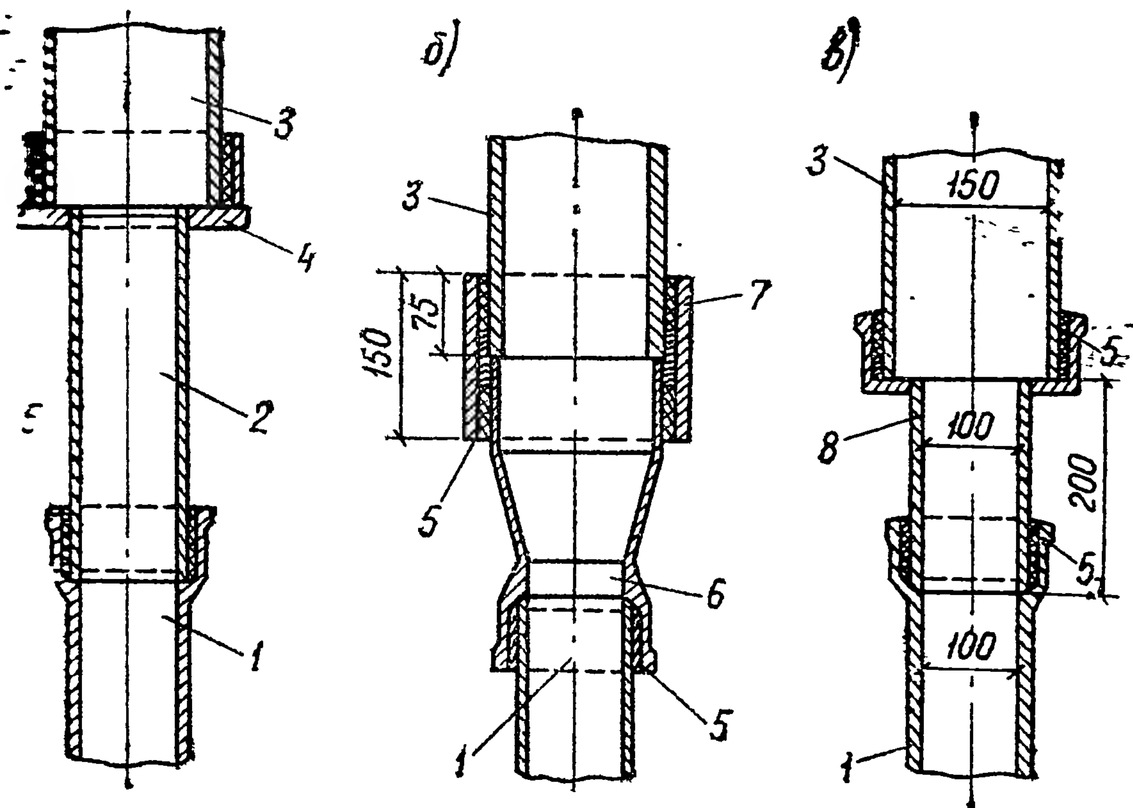


Рис. 37.1. Соединение чугунных канализационных труб с асбестоцементными

а — с помощью стального патрубка; б — с применением чугунного канализационного перехода; в — с помощью патрубка; 1 — чугунная канализационная труба; 2 — стальной патрубок; 3 — асбестоцементная труба; 4 — приварной фланец; 5 — асбестоцементная заделка раструба; 6 — чугунный канализационный переход; 7 — асбестоцементная муфта; 8 — чугунный патрубок

Фасонные и соединительные части трубопроводов, используемые для соединения труб разных диаметров, изменения направления и присоединения приборов, принимают по табл. 37.2.

Раструбы чугунных канализационных труб заделывают смоляной прядью или просмоленным канатом, после чего зачеканивают раструб асбестоцементом или цементом на глубину 20 мм. Можно заливать раструбы раствором расширяющегося цемента или нагретой серой по предварительной заделке двумя витками смоляной пряди, препятствующей вытеканию цемента внутрь трубы.

Чугунные канализационные трубы соединяют с асбестоцементными при помощи стального сварного патрубка с переходом диаметром 50×150 и 100×150 мм (рис. 37.1, а), чугунного перехода диаметром 50×100 и 100×150 мм (рис. 37.1, б), патрубка с переходом диаметром 100×150 мм (рис. 37.1, в).

При повышенных требованиях по прочности и герметичности самотечных трубопроводов канализации диаметром более 150 мм применяют чугунные водопроводные трубы.

Керамические кислотоупорные трубы изготовляют двух сортов; для ответственных систем канализации используют трубы первого сорта.

Трубы бетонные и железобетонные применяют двух типов: гладкие, соединяемые цилиндрическими железобетонными муфтами, и раструбные, кольцевой зазор в раструбе которых заделывают цементным раствором. Для агрессивных производственных сточных вод

ТАБЛИЦА 37.1

НОМЕНКЛАТУРА ТРУБ

Материал и виды труб	Условный проход $D_у$, мм	Назначение
Чугунные трубы:		
а) канализационные (по ГОСТ 6942—3-69)	50—150	Сети внутренней бытовой и производственной канализации
б) водопроводные напорные (по ГОСТ 5525—61)	50—1200	Сети внутренней производственной напорной канализации
Керамические трубы:		
а) канализационные (по ГОСТ 286—64)	150—500	Сети внутренней бытовой и производственной канализации
б) кислотоупорные (по ГОСТ 585—67)	50—200	Сети внутренней самотечной производственной канализации агрессивных сточных вод
Пластмассовые трубы:		
а) из полиэтилена высокой плотности (ПВП) (по МРТУ 6-05-917-67 и ТУ 21-01-279-69) для районов с расчетной температурой (средней наиболее холодной пятидневки согласно указаниям главы СНиП II-А.6-72) до —30° С	50—300	Сети внутренней бытовой и производственной канализации
б) поливинилхлоридные (ПВХ) по МН 1427—61 для районов с расчетной температурой до —20° С (монтаж трубопроводов при температуре не ниже 5° С)	100	Сети производственной самотечной канализации
Асбестоцементные трубы:		
а) безнапорные ГОСТ 1839—48	100—150	Сети внутренней бытовой и производственной канализации слабокислых и слабощелочных сточных вод (pH=6...9)
б) напорные (по ГОСТ 539—73)	50—500	Сети внутренней производственной канализации слабокислых и слабощелочных сточных вод (pH=6...9)
Трубы бетонные и железобетонные безнапорные ГОСТ 6482—71	300—1500	Сети внутренней (подземной безнапорной) бытовой и производственной канализации (если по составу сточные воды не агрессивны по отношению к бетону)
Трубы стеклянные для надземных трубопроводов (по ГОСТ 8894—58)	45—122 (наружный диаметр)	Сети внутренней канализации агрессивных сточных вод (за исключением плавиковой кислоты)
Трубы стальные водогазопроводные (газовые) (по ГОСТ 3262—62)	25—65	Сети внутренней бытовой канализации (отводы от группы умывальников и др.)

Примечания: 1. Лотки, предназначенные для транспортирования химически агрессивных сточных вод, выполняют из кислотоупорных материалов.

Продолжение табл. 37.1

2. Для транспортирования слабокислых (pH=6...6,5) или слабощелочных (pH=8...9) сточных вод можно применять чугунные трубы.
3. Для отвода химически агрессивных сточных вод под давлением применяют трубы кислотоупорные — пластмассовые, стальные гуммированные, эмалированные и футерованные пластмассой.

ТАБЛИЦА 37.2

НОМЕНКЛАТУРА ФАСОННЫХ И СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ЧАСТЕЙ

Соединительные и фасонные части	Условный проход, мм	Назначение
Чугунные канализационные (по ГОСТ 6942.0 — ГОСТ 6942.30—69)	50—150	Соединение чугунных канализационных труб
Чугунные напорные (по ГОСТ 5525—61)	50—40	Соединение чугунных напорных труб
Керамические кислотоупорные (по ГОСТ 585—67)	50—200	Соединение керамических кислотоупорных труб
Полиэтиленовые высокой плотности (ПВП) канализационные (по ТУ 21-01-279-69)	50—100	Соединение полиэтиленовых канализационных труб высокой плотности (ПВП) систем бытовой и производственной канализации
Стеклянные термостойкие (по ГОСТ 11192-65)	45—122 (наружный диаметр)	Соединение стеклянных труб, изготовляемых по ГОСТ 8894—58

используют винипластовые трубы диаметром 20—150 мм, выдерживающие давление до 2,5 кгс/см². Соединяют винипластовые трубы с помощью надвижных муфт или фланцев.

Для отвода производственных сточных вод, не выделяющих паров или газов, можно применять лотковую канализацию. В некоторых общественных зданиях (например, прачечных) канализация выполняется в виде лотков или смешанного типа.

Лотковая сеть применяется в следующих случаях:

а) при необходимости уменьшения до предела глубины заложения выпуска, особенно для отвода стоков, загрязненных легкоосаждающимися, взвешенными и другими веществами, быстро заиливающими трубопроводы;

б) при невозможности прочистки трубопроводов и др.

Лотки выполняют из кирпича, бетона или железобетона и перекрывают съемными плитами.

37.2. Места и особенности прокладки сетей канализации

Внутренние канализационные сети можно прокладывать:

а) открыто — в подпольях, подвалах, цехах, подсобных и вспомогательных помещениях, коридорах, технических коридорах и этажах и в специально предназначенных для сетей помещениях, прикрепляя их к конструкциям зданий (стенам, колоннам, потолкам, фермам и др.), а также на специальных опорах;

б) скрыто — с заделкой в строительные конструкции перекрытий, под полом (в грунте, каналах), в сборных блоках, панелях, бороздах стен, под облицовкой колонн (в приставных коробах у стен), в подшивных потолках, санитарно-технических кабинах, вертикальных шахтах, под плинтусом в полу.

Внутренние канализационные сети не разрешается прокладывать:

а) под потолком, в стенах и в полу жилых комнат, спальных помещений, детских учреждений, больничных палат, лечебных кабинетов, обеденных залов, рабочих комнат административных зданий, залов заседаний, зрительных залов, библиотек, учебных аудиторий, электрощитовых и трансформаторных пультов управления автоматики, приточных вентиляционных камер и производственных помещений, требующих особого санитарного режима;

б) под потолком (открыто и скрыто) кухонь; помещений предприятий общественного питания; торговых залов; складов пищевых продуктов и ценных товаров; вестибюлей; помещений, имеющих ценное художественное оформление; производственных помещений в местах установки производственных печей, на которые не допускается попадание влаги; помещений, где производятся ценные товары и материалы, качество которых снижается от попадания влаги.

Примечания: 1. Сети производственной и бытовой канализации магазинов, столовых, кафетериев, расположенных в зданиях иного назначения, должны иметь отдельные выпуски. Не допускается объединять сети канализации магазинов, столовых, кафетериев с общедомовыми сетями канализации.

2. В отдельно стоящих зданиях магазинов с кафетериями, буфетами или столовыми предусматривают самостоятельный выпуск для производственных сточных вод.

Отводные трубопроводы от приборов в уборных административных и жилых зданий, от раковин и моек в кухнях, умывальников в лечебных кабинетах, больничных палатах и других подсобных помещениях, как правило, прокладывают над полом с последующей облицовкой и устройством гидроизоляции

Трубопроводы производственных стоков в помещениях для приема, хранения и подготовки товаров к продаже и в подсобных помещениях магазинов можно прокладывать в коробах без установки ревизий.

Напротив ревизий на стояках при скрытой прокладке предусматривают лючки с дверцами размером не менее 30—40 см. Внутри лючка устраивают перегородки (диафрагмы) во избежание попадания стоков из ревизий во внутреннее пространство борозд, коробов и подшивных потолков.

Подпольные трубопроводы, транспортирующие сильно агрессивные и токсичные сточные воды, прокладывают в непроходных каналах с контрольными колодцами в местах установки ревизий.

Во взрывоопасных цехах трубопроводы следует прокладывать в соответствии со специальными указаниями, согласно которым все системы канализации для них предусматривают закрытыми. Лишь на открытых площадках технологических установок для отвода смывных вод и водостоков можно применять лотки.

При присоединении отводных трубопроводов от производственного оборудования к канализационным сетям, как правило, обеспечивают разрыв струи не менее 0,02—0,03 м. Переливные трубы от баков воды питьевого качества присоединяют к канализации с разрывом струи и с применением переливных бачков. Нижний конец переливной трубы от бака должен располагаться на 25 мм выше верха приемного переливного бачка, присоединяемого к канализации.

Подземную прокладку трубопроводов обычно применяют для систем канализации больших (блокированных) цехов и общественных зданий.

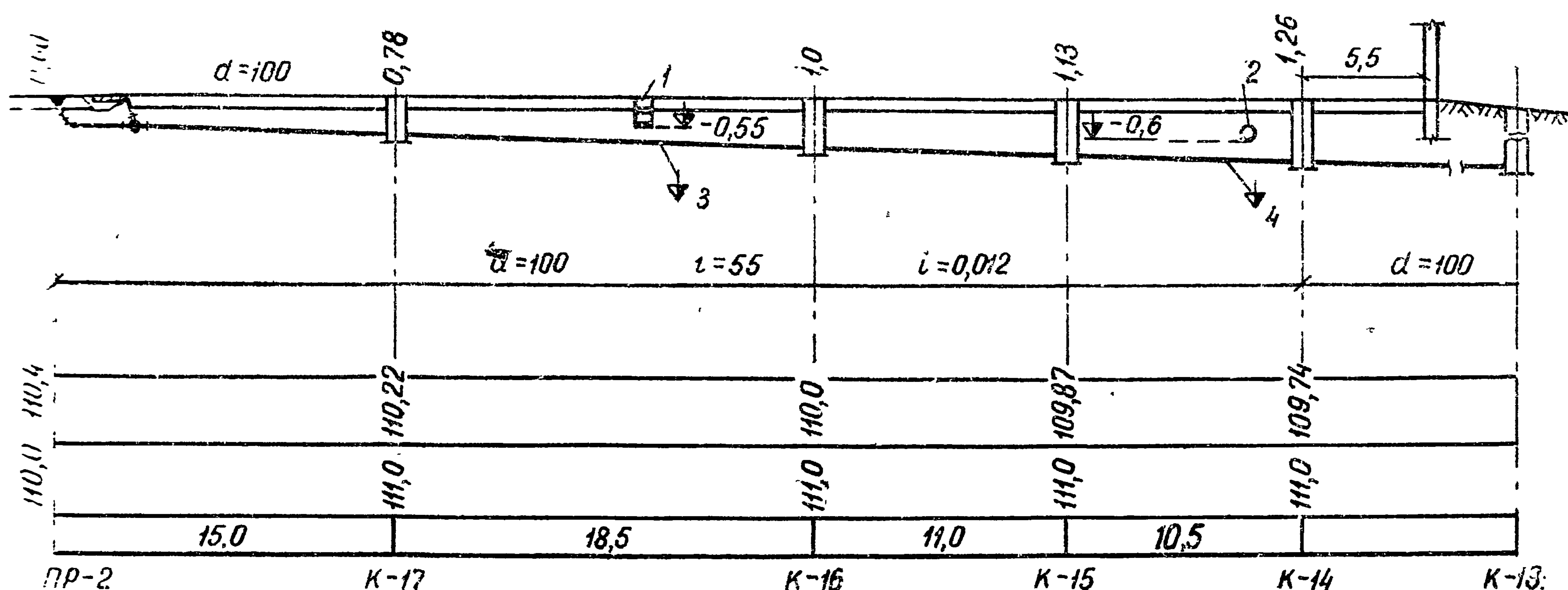


Рис. 37.2. Профиль производственной канализации со смотровыми канализационными колодцами

1 — лоток; 2 — трубопровод сжатого воздуха; 3 — отметка верха трубы 0,80; 4 — отметка верха трубы 1,04

На профиле внутреннего коллектора (рис. 37.2) показывают его пересечения с другими подземными сетями и сооружениями.

Канализационные трубопроводы крепят к строительным конструкциям стальными хомутами, подвесками и кронштейнами. Расстояния между креплениями для чугунных горизонтальных трубопроводов должны быть не более 2 м.

Для канализационных стояков в помещениях высотой до 4 м предусматривают одно крепление, более 4 м — по одному креплению на каждые 3 м высоты. Крепления располагают под раструбами.

Допускается прокладка труб под подошвами фундаментов технологического оборудования или в самих фундаментах при условии соответствующей защиты труб от раздавливания.

Наименьшая глубина заложения канализационных труб в производственных зданиях в зависимости от материалов труб и пола приведена в табл. 37.3.

ТАБЛИЦА 37.3

ЗНАЧЕНИЯ НАИМЕНЬШЕЙ ГЛУБИНЫ ЗАЛОЖЕНИЯ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ТРУБ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЯХ

Трубы	Наименьшая глубина заложения, м, от верха трубы до поверхности полов различных типов	
	земляных, глинобитных, щебеночных, клинкерных, булыжных, торцевых	бетонных, асфальтовых, ксилолитовых
Чугунные и стальные	0,7	0,4
Бетонные	0,7	0,5
Керамические, асбестоцементные, пластмассовые	1	0,6

Примечания: 1. Наименьшая глубина заложения канализационных труб принимается из условия предохранения труб от разрушения под действием постоянных и временных нагрузок.

2. В производственных помещениях под железнодорожными путями следует укладывать стальные или чугунные водопроводные трубы на глубину не менее 1 м.

3. В бытовых помещениях допускается прокладка труб на глубине 0,1 м от поверхности пола до верха трубы.

37.3. Стояки

Сети бытовой и производственной канализации, предназначенные для отвода сточных вод, выделяющих запахи, вредные газы и пары, вентилируются через стояки, вытяжные части которых выводятся на 0,7 м выше кровли здания и заканчиваются обрезом трубы (без флюгарки). Не допускается устройство стояков без вытяжной части.

Раковины, устанавливаемые в подвалах котельных или тепловых пунктов, в виде исключения, можно присоединять к дворовой сети канализации самостоятельным выпуском без устройства стояков.

Запрещается соединять вытяжную часть канализационных стояков с вентиляционными системами здания и дымоходами. Выводимые выше кровли вытяжные части стояков необходимо удалять от открываемых окон и балконов не менее чем на 4 м (по горизонтали). На плоских эксплуатируемых кровлях вытяжные стояки выводят на высоту не менее 3 м над поверхностью кровли и соответственно декорируют.

Диаметр вытяжной части одного канализационного стояка должен быть равен диаметру этого стояка. Одной вытяжной частью рекомендуется объединять не более шести канализационных стояков. Диаметр вытяжной части стояка для группы объединяемых стояков должен равняться диаметру наибольшего из стояков, увеличенному на 50 мм.

Если расход сточных вод в канализационных стояках превышает допустимые расходы, указанные в табл. 38.4, следует устраивать дополнительный вентиляционный стояк (рис. 37.3).

Вентиляционный стояк необходимо присоединять к канализационному стояку через один этаж. Диаметр вентиляционного стояка следует принимать на один размер меньше диаметра канализационного стояка. Вентиляционные перемычки требуется прокладывать с уклоном не менее 0,02 в сторону канализационного стояка.

Отвод стоков по вентиляционному стояку не допускается.

Для отводных трубопроводов, к которым присоединяется более шести унитазов, нужно предусматривать вентиляционные трубопроводы диаметром более 40 мм, присоединяемые к высшей точке отводных трубопроводов.

Вентиляционные трубопроводы от санитарных приборов и технологического оборудования магазинов следует присоединять под потолком магазина к стоякам общедомовой канализации к направленному вверх отростку косого тройника. Допускается изгиб стояка на толщину кирпичной стены (рис. 37.4) для обхода встречающихся труб и каналов.

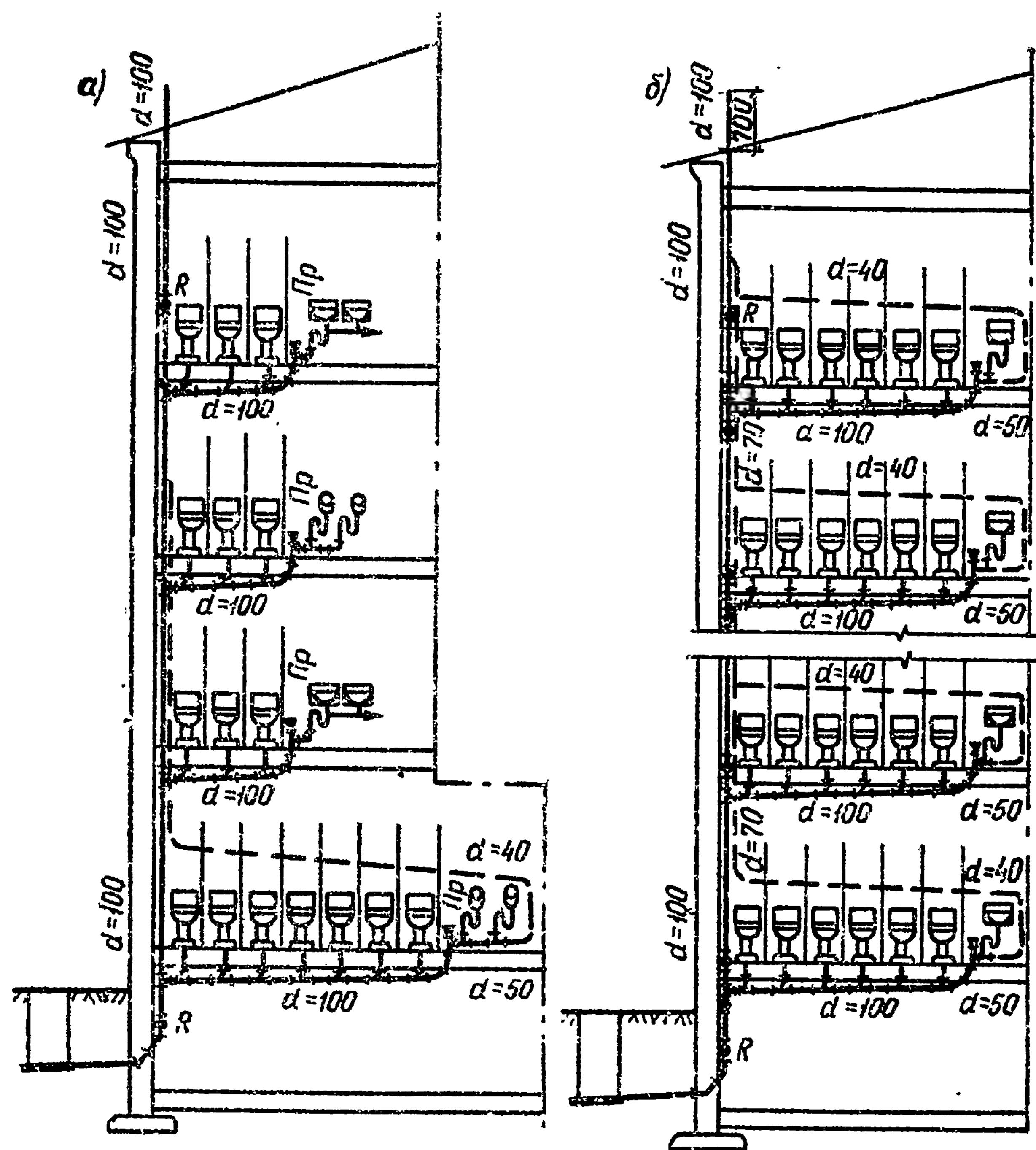


Рис. 37.3. Схема канализационной сети с вентиляционными стояками

а — при установке более шести унитазов в одном этаже; *б* — при установке шести унитазов в каждом этаже

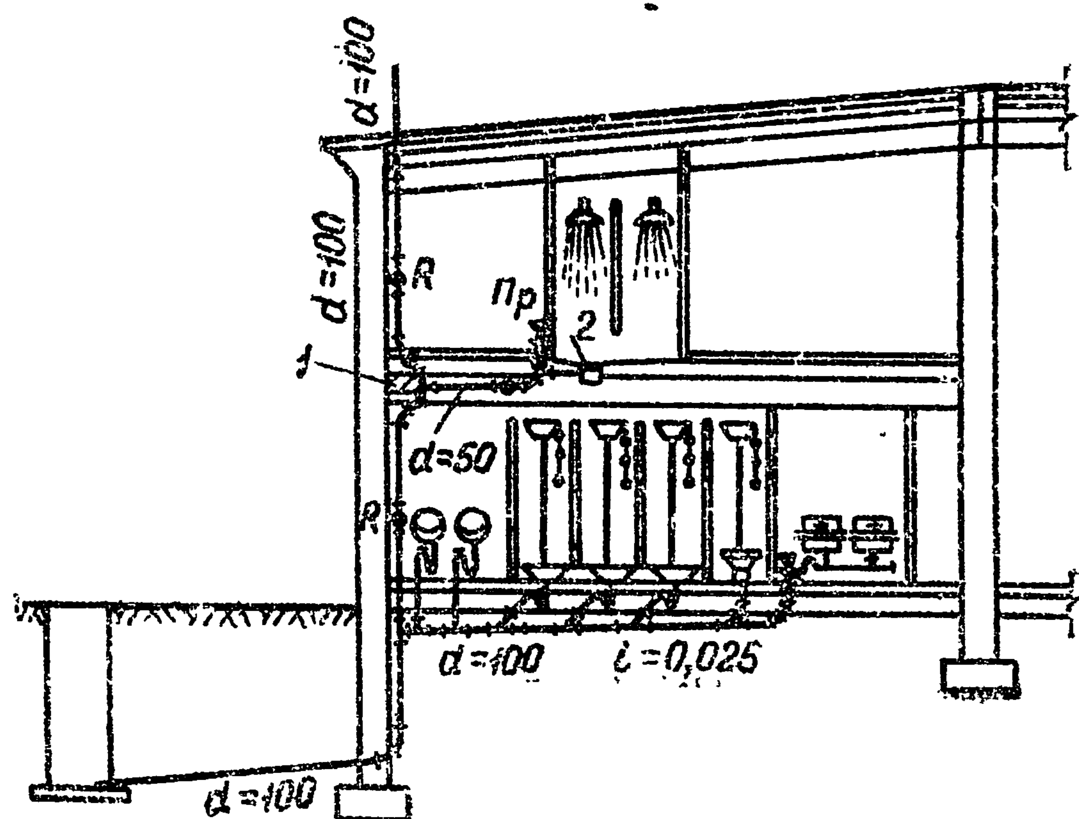


Рис. 37.4. Схема изгиба канализационного стояка

1 — железобетонный ригель; *2* — трап диаметром 50 мм; *Пр* — прочистки

Канализационные стояки должны иметь по всей высоте одинаковый диаметр не менее 50 мм и не менее наибольшего диаметра отводной линии, присоединяемой к данному стояку.

Канализационные стояки можно прокладывать скрыто в сборных блоках.

37.4. Ревизии и прочистки

На сетях внутренней бытовой и производственной канализации для прочистки трубопроводов устанавливают ревизии или прочистки (рис. 37.5, *а*).

На стояках при отсутствии на них отступов ревизии размещают в нижнем и верхнем этажах, а при наличии отступов, — кроме того, и в выше расположенных над отступами этажах, причем ревизии необходимо размещать на высоте 1 м от пола, но не менее чем на 0,15 м выше борта присоединения прибора. В жилых зданиях высотой более пяти этажей ревизии на стояках должны быть установлены не реже чем через три этажа.

Ревизии плотно закрывают крышками на болтах с резиновыми прокладками толщиной 4—5 мм. Прочистки плотно закрывают заглушками на легкоплавкой мастике или сурико-меловой замазке (рис. 37.5, *б*).

На начальных участках отводных труб (по движению сточных вод) при присоединении трех и более приборов, под которыми нет ревизии, устанавливают прочистку.

На поворотах горизонтальных участков сети под углом более 30° предусматривают ревизии или прочистки.

На горизонтальных участках сети наибольшие допускаемые расстояния между ревизиями или прочистками принимают по табл. 37.4.

ТАБЛИЦА 37.4

НАИБОЛЬШИЕ ДОПУСКАЕМЫЕ РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ РЕВИЗИЯМИ ИЛИ ПРОЧИСТКАМИ НА ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ УЧАСТКАХ СЕТИ

Диаметр трубопровода, мм	Расстояние между ревизиями или прочистками при пропуске различных сточных вод, м			Вид прочистного устройства
	производственных незагрязненных	бытовых и производственных, близких к ним по составу	производственных, содержащих большое количество взвешенных веществ	
50	15	12	10	Ревизия
50	10	8	6	Прочистка
100—150	20	15	12	Ревизия
100—150	15	10	8	Прочистка
200 и более	25	20	15	Ревизия

На подвесных линиях сетей канализации, прокладываемых под потолком, как правило, вместо ревизии устанавливают прочистки, выводимые в вышележащий этаж, и устраивают лючок в полу или открыто (в зависимости от назначения помещения).

На сетях бытовой канализации, прокладываемых в магазинах, столовых, кафетериях и буфетах, ревизии не применяют.

При присоединении к горизонтальному участку сети канализации трех унитазов, шести умывальников или

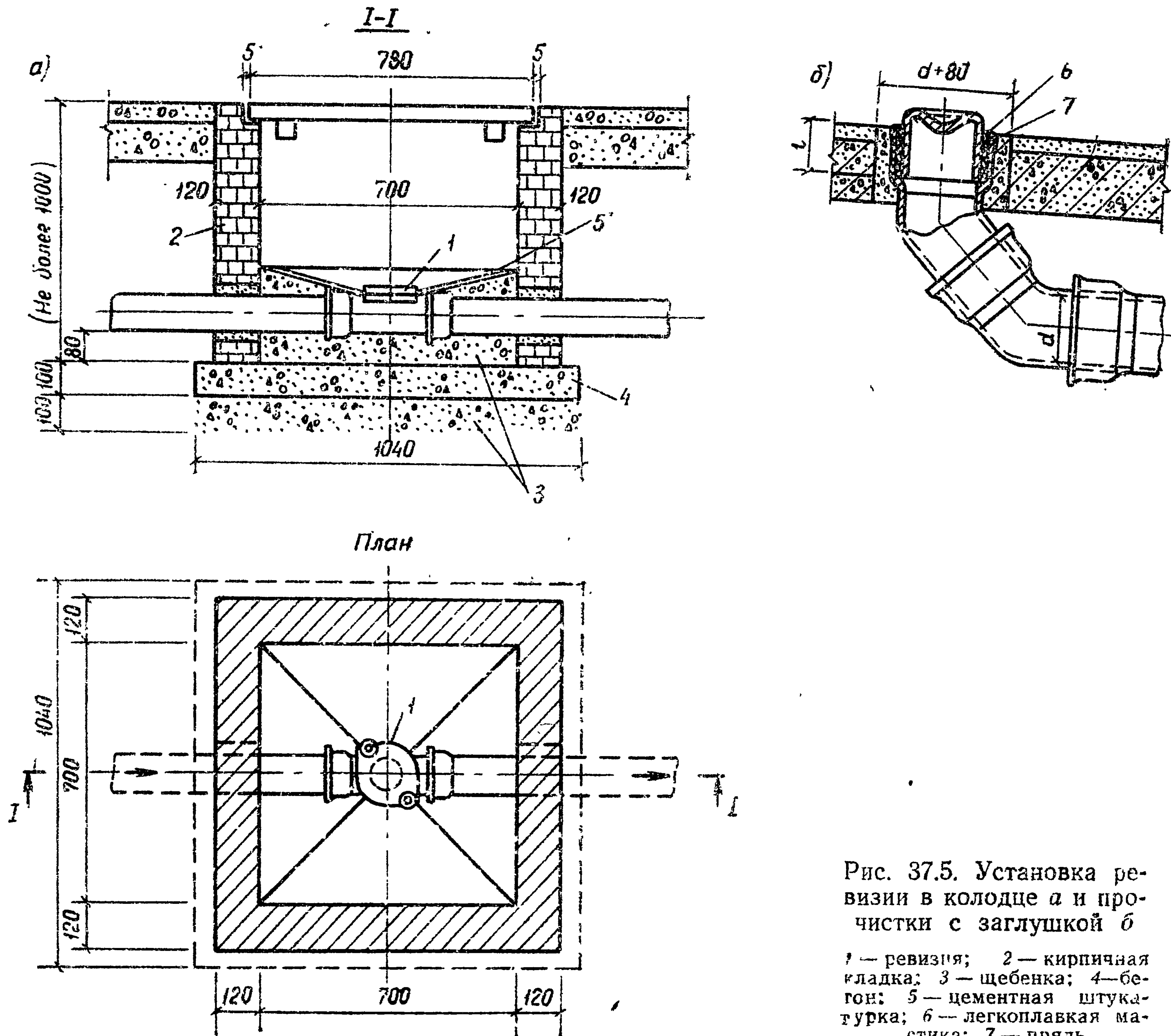


Рис. 37.5. Установка ревизии в колодце *а* и прочистки с заглушкой *б*

1 — ревизия; 2 — кирпичная кладка; 3 — щебенка; 4—бетон; 5 — цементная штукатурка; 6 — легкоплавкая мастика; 7 — прядь

...тих санитарных приборов, не имеющих ревизий, в ...це участка необходимо предусматривать прочистку. Прочистки, как правило, должны иметь раструб ...убы диаметром 50 мм).

Ревизии и прочистки следует располагать в местах, ...обных для их обслуживания.

На водосточных стояках ревизии нужно размещать ...нижнем этаже здания, а при наличии на стояках от...упов — над ними.

На подземных сетях канализации ревизии следует ...дусматривать в ревизионных колодцах круглого или ...дратного сечения с диаметром или стороной квадра... не менее 0,7 м. Днища колодцев должны иметь ук...он к фланцу ревизий не менее 0,05.

Смотровые колодцы на сети внутренней производ...венной канализации необходимо размещать на пово...тах трубопроводов, в местах изменения уклонов или ...аметров труб, в местах присоединения ответвлений, ...также на длинных прямолинейных участках трубопро...одов на расстоянии не более 40 м один от другого при ...тводе незагрязненных и на расстоянии не более 30 м ...ри отводе загрязненных производственных сточных ...од. На сетях бытовой и производственной канализации ...точных вод, выделяющих неприятные запахи, вредные ...азы и пары, смотровые колодцы внутри зданий не ...страивают.

37.5. Выпуски канализации

В местах присоединения выпусков к наружной канализационной сети предусматривают смотровые колодцы следующих внутренних диаметров: для труб диаметром до 200 мм при глубине их заложения до 2 м — 700 мм; для труб диаметром более 200 мм при глубине заложения более 2 м — 1000 мм.

Минимальная глубина заложения выпуска (у здания) назначается на основании опыта эксплуатации канализационных сетей в данной местности, но не менее 0,7 м от верха трубы. Допускается принимать заложение труб менее наибольшей глубины промерзания грунта в данном районе на 0,3 м при диаметре труб до 500 мм и на 0,5 м при диаметре более 500 мм.

Длина выпуска от стояка или прочистки до оси смотрового колодца назначается в зависимости от диаметра труб:

Диаметр труб, мм	50;	100 и более
Длина выпуска, м	6;	8

Выпуски следует присоединять к наружной сети «шелыга в шелыгу» под углом не менее 90° (по направлению движения сточных вод). При большом заглублении трубопроводов наружной сети канализации на выпусках можно устраивать перепады (перепадные колодцы):

а) открытые — в виде бетонных водосливов — лотков, входящих с плавным поворотом в колодец наружной сети канализации (при высоте перепада до 0,35 м);

б) закрытые — с применением канализационных чугунных труб (при высоте перепада 0,35—2 м).

При перепаде высотой более 0,3 м допускается присоединение выпуска к наружной сети под любым углом.

Для прокладки выпуска в фундаменте здания или в стене подвала устраивают проемы высотой не менее

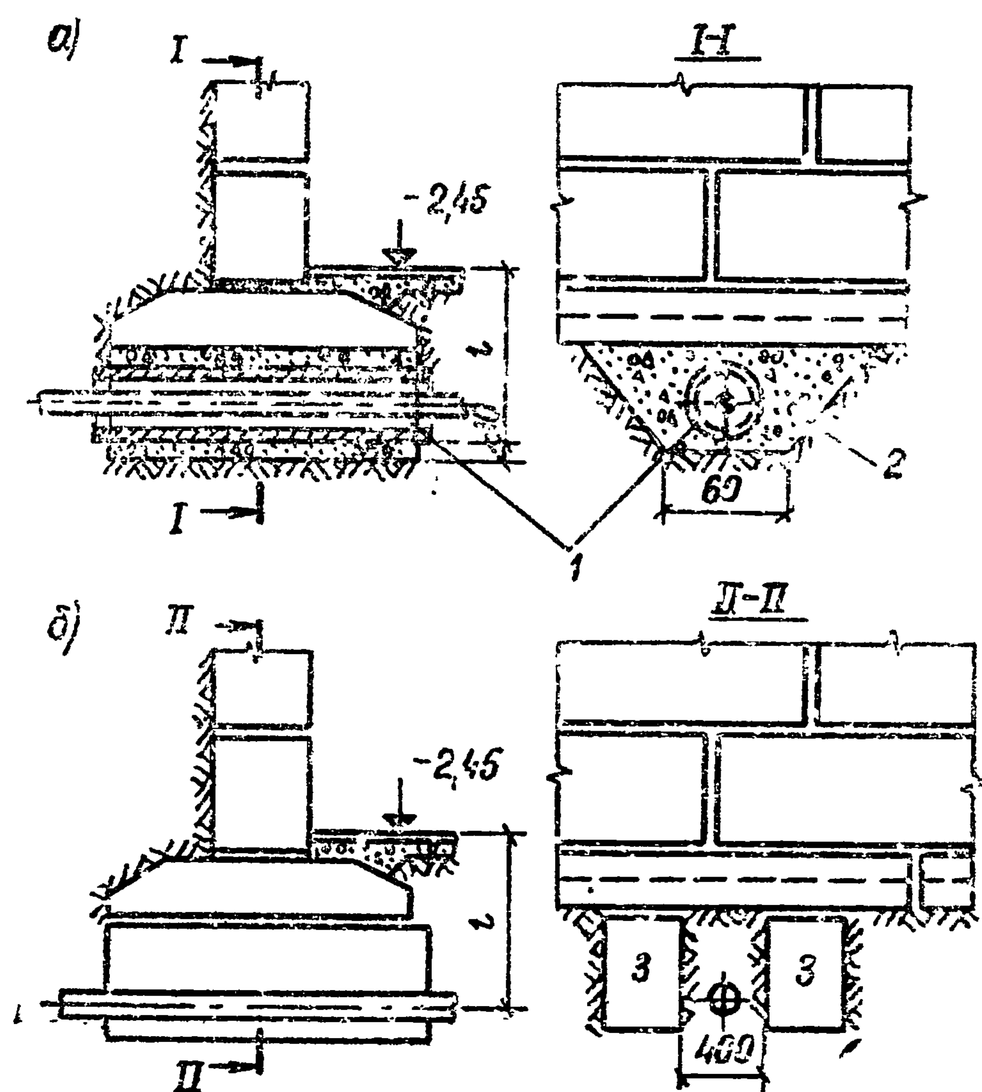


Рис. 37.6. Пересечение вводов и выпусков с фундаментами из сборного железобетона

а — в футлярах; *б* — путем местного заглубления фундаментов; *1* — футляр; *2* — бетон; *3* — бетонные блоки (расстояние уточняется по месту)

0,4 м. Расстояние от верха трубы до верха проема должно быть не менее 0,15 м. После укладки труб проемы в фундаменте необходимо заделывать мятой глиной со щебнем.

При расположении уровня грунтовых вод выше выпуска в стене подвала следует закладывать стальную или чугунную гильзу с сальниковой набивкой.

Проход выпусков через наружные стены здания рекомендуется осуществлять пологими отводами под углом, близким к прямому.

В фундаментах здания в местах пересечения с выпуском необходимо предусматривать отверстия следующих размеров:

Диаметр труб выпуска, мм	50—100;	125—150
Размер отверстий в фундаменте, мм	300×300;	400×400

При прокладке канализационных выпусков и отводных линий ниже подошвы сборных фундаментов следует устраивать футляры из бетонных или железобетонных труб (рис. 37.6, *а*) либо предусматривать местное заглубление фундаментов не менее чем на 0,1 м ниже основания трубы (рис. 37.6, *б*). В жилых домах, а также в общественных зданиях с подвалами сборные фундаменты, как правило, закладывают на 0,3—0,5 м ниже отметки пола подвала. В домах без подвалов сборные фундаменты во многих случаях имеют небольшое заглубление, поэтому выпуски и отводные линии, прокладываемые параллельно фундаментам, следует соответственно отдалять от них с учетом угла естественного откоса грунта.

Пример устройства выпусков из здания с поперечными несущими стенами и с прокладкой канализационной сети ниже пола подвала приведен на рис. 37.7.

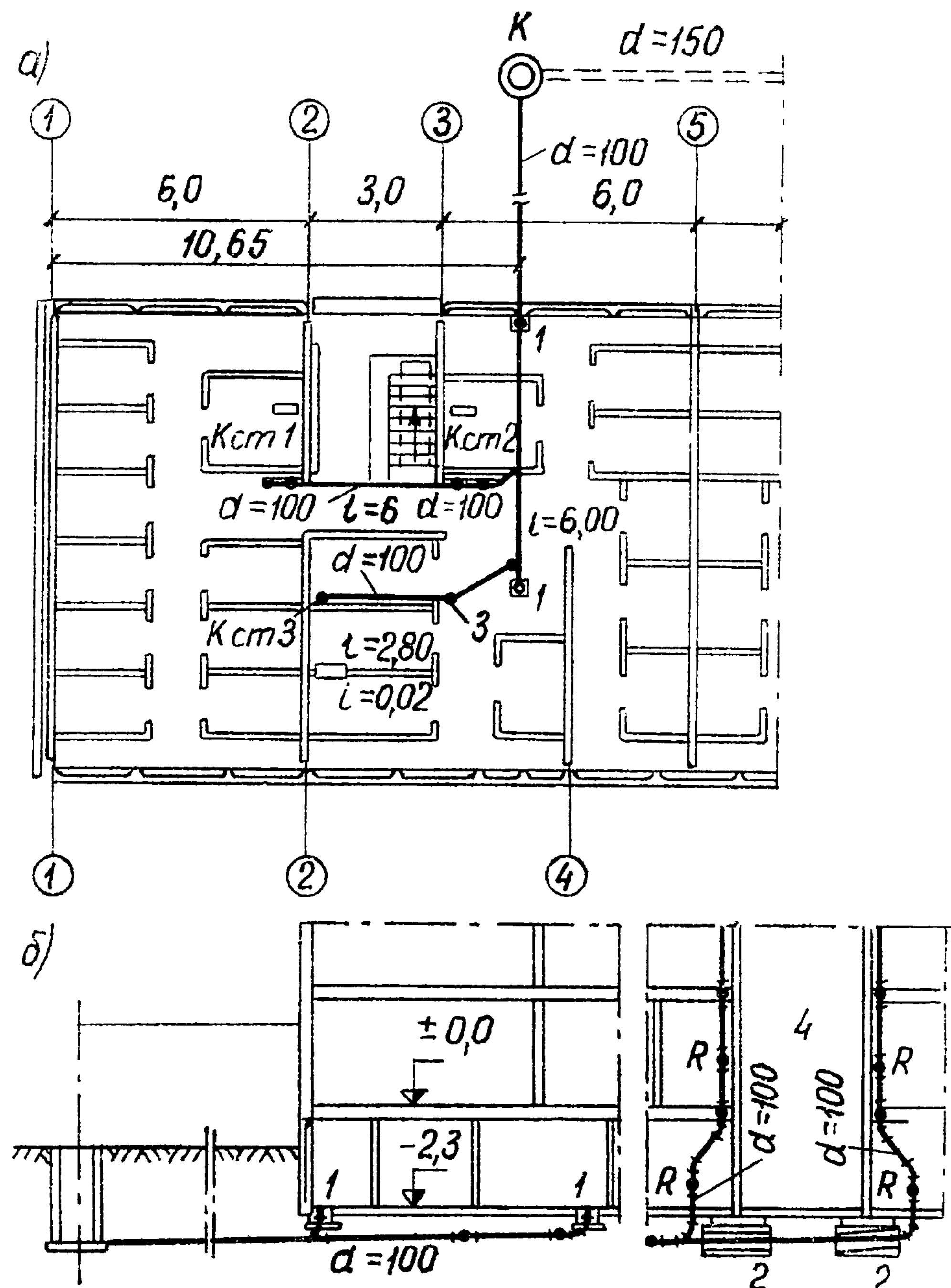


Рис. 37.7. Прокладка канализационной сети ниже пола подвала в крупнопанельном жилом доме с сараями и с несущими поперечными стенами

а — фрагмент плана подвала с сетью канализации; *б* — разрезы по канализационной сети; *1* — прочистки; *2* — футляр из труб диаметром 400 мм; *3* — спуск канализационного стояка; *4* — лестничная клетка; *R* — ревизия; *Кст* — канализационный стояк; *К* — канализационный колодец (цифры в кружках обозначают оси здания)

Диаметр выпуска должен быть не менее наибольшего диаметра стояка, присоединяемого к данному выпуску. При устройстве общего выпуска от нескольких стояков диаметр выпуска определяется расчетом.

При наличии под жилыми домами технических подпольев высотой не менее 1,6 м и несложной трассировке внешней канализационной сети устраивают укрупненные, обычно торцевые выпуски.

Устройство укрупненных выпусков целесообразно в тех случаях, когда достигается сокращение длины внешней сети, и не допускается тогда, когда наружная канализационная сеть проходит вдоль здания, а также в домах, имеющих эксплуатируемые подвалы (хозяйственные сараи, складские помещения магазинов, столовых, аптек и т. п.). При наличии в доме более пяти жилых секций или при длине дома более 90—100 м необходимо устраивать два выпуска.

Канализационную магистраль располагают непосредственно под одним из рядов канализационных стоя-

… второй ряд канализационных стояков при… канализационной магистрали на косых … уклоном отводных линий не менее 0,05. … количество горизонтальных присоединений … быть минимальным.

…магистральной сети необходимо устанавливать … К магистральному трубопроводу диаметром … допускается присоединять не более 30 квартир … 0,025 и более. При большем числе квартир … трубопровода должен быть 150 мм и минималь… 0,01.

…ыпуск присоединяют к коллектору большого диа… таким образом, чтобы лоток присоединяемой тру… расположен на уровне не ниже средней трети … коллектора и не ниже расчетной поверхности … воды в коллекторе. При присоединении лотков … сточных вод, выделяющих газы и неприят… запахи, устраивают гидрозатворы.

Глава 38. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ТРУБОПРОВОДОВ

38.1. Расчетные формулы

Расчетный расход бытовых стоков в жилых и об…ственных зданиях определяется по формуле

$$q = q_{в} + q_{пр}; \qquad (38.1)$$

где q — расчетный расход сточных вод, л/с;

$q_{пр}$ — расход стоков прибором с максимальным водоотведением, принимаемый по табл. 35.1;

$q_{в}$ — расчетный расход в сети водопровода здания, определяемый по формулам:

а) для жилых зданий

$$q_{в} = 0{,}2\sqrt[a]{N} + kN; \qquad (38.2)$$

б) для общественных зданий

$$q_{в} = \alpha \cdot 0{,}2\sqrt{N}; \qquad (38.3)$$

в) для производственных зданий и бытовых помещений промышленных предприятий

$$q = \Sigma \frac{q_{п} n p}{100}, \qquad (38.4)$$

где $q_{п}$ — расчетный расход сточных вод одного однотипного санитарного прибора, л/с;

n — количество однотипных санитарных приборов;

p — одновременность действия приборов, % (табл. 38.1).

ТАБЛИЦА 38.1

ОДНОВРЕМЕННОСТЬ ДЕЙСТВИЯ САНИТАРНЫХ ПРИБОРОВ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЯХ И БЫТОВЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Санитарные приборы	Одновременность действия, %, при числе установленных санитарных приборов								
	1	3	6	10	20	40	60	100	200
Умывальники всех видов, душевые сетки	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Писсуары с автоматическими смывными бачками	100	100	60	40	15	10	10	10	10
Писсуары настенные с кранами . .	100	70	50	40	35	30	30	25	25
Унитазы со смывными кранами или смывными бачками .	100	30	25	20	15	10	10	10	5

Примечания: 1. При определении расхода сточные воды от гигиенических душей, бидэ и питьевых фонтанчиков не учитываются.

2. Одновременность действия раковин, моек и других приемников сточных вод, не указанных в табл. 38,1, принимается по данным технической части проекта.

38.2. Уклоны и наполнения трубопроводов

Уклоны и допускаемые наибольшие расчетные наполнения трубопроводов бытовой канализации принимают по табл. 38.2. Расчетный расход производственных сточных вод принимается по технологической части проекта с учетом режима поступления стоков от оборудования.

ТАБЛИЦА 38.2

УКЛОНЫ И ДОПУСКАЕМЫЕ НАИБОЛЬШИЕ НАПОЛНЕНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ БЫТОВОЙ КАНАЛИЗАЦИИ

Диаметр труб, мм	Наполнение	Уклоны	
		нормальные	наименьшие
50 100 125	Не более 0,5 диаметра трубы	0,035 0,02 0,015	0,025 0,012 0,01
150 200	Не более 0,6 диаметра трубы	0,01 0,008	0,007 0,005

Примечания: 1. Для трубопроводов диаметром 50 мм, отводящих стоки от ванн, допускаемое наполнение следует принимать равным 0,8 диаметра.

2. Отводные трубопроводы от группы умывальников и питьевых фонтанчиков до общего сифона допускается прокладывать с уклоном 0,01.

3. Минимальные уклоны допускается принимать при наполнениях, указанных в табл. 38.3.

ТАБЛИЦА 38.3

УКЛОНЫ И ДОПУСКАЕМЫЕ НАИБОЛЬШИЕ НАПОЛНЕНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ КАНАЛИЗАЦИИ И ВОДОСТОКОВ

Диаметр труб, мм	Трубопроводы производственной канализации незагрязненных сточных вод и водостоков		Трубопроводы производственной канализации загрязненных сточных вод	
	наполнение	уклон минимальный	наполнение	уклон минимальный
50 100 125 150 200	0,8 диаметра трубы	0,02 0,008 0,006 0,005 0,004	0,5 0,7 0,7 0,7 0,8 диаметра трубы	0,03 0,012 0,01 0,007 0,0005

Примечания: 1. Для труб диаметром более 200 мм наименьшие уклоны назначаются по наименьшей самоочищающей скорости при расчетном наполнении.

Продолжение табл. 38.3

Наименьшую самоочищающую скорость для бытовых и аналогичных им по содержанию взвешенных веществ принимают равной 0,7 м/с. Максимальное расчетное наполнение 0,8 диаметра.
2. Уклоны для трубопроводов производственной канализации, отводящей сточные воды с большим содержанием механических взвешенных веществ (окалины, металлической стружки, извести, гипса и др.), следует определять гидравлическим расчетом исходя из условия обеспечения в трубах самоочищающих скоростей.
3. Наибольший уклон трубопроводов канализационной сети не должен превышать 0,15, за исключением ответвлений от приборов длиной до 1,5 м.
4. Размеры и уклоны лотков назначаются из условия обеспечения самоочищающей скорости: наполнение лотка принимается не более 0,8 высоты; ширина лотка — не менее 0,2 м.

Пропускную способность расчетных горизонтальных участков канализационных сетей рекомендуется определять по таблицам для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров, составленным по формуле акад. Н. Н. Павловского (см. главу 48).

Уклоны и допускаемые наибольшие наполнения трубопроводов производственной канализации и водостоков приведены в табл. 38.3.

Ширина лотка назначается на основании гидравлического расчета и конструктивных данных; при высоте лотка более 0,5 м ширина должна быть не менее 0,7 м.

38.3. Диаметры стояков и отводных линий

Диаметр канализационного стояка по всей высоте должен быть одинаковым (табл. 38.4).

ТАБЛИЦА 38.4

ДИАМЕТР КАНАЛИЗАЦИОННЫХ СТОЯКОВ И РАСЧЕТНЫЕ РАСХОДЫ СТОЧНОЙ ЖИДКОСТИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УГЛА ПРИСОЕДИНЕНИЯ ОТВОДНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Диаметр стояка, мм	Допускаемый расход сточной жидкости, л/с, при угле присоединения, град		
	90	60	45
50	0,65	0,81	1,3
100	3,8	4,75	7,5
125	6,5	8,1	13
150	10,1	12,6	21

Примечания: 1. Диаметр стояка следует принимать не менее наибольшего диаметра отводной линии, присоединяемой к данному стояку.
2. При установке одиночных унитазов в нижних этажах многоэтажных зданий диаметр вентиляционного стояка принимается равным 50 мм.

Диаметр отводной трубы от группы одноименных санитарных приборов и диаметр стояка (при непосредственном присоединении отводной трубы к стояку) в производственных зданиях рекомендуется определять по табл. 38.5.

ТАБЛИЦА 38.5

ДИАМЕТРЫ ОТВОДНЫХ ТРУБ И СТОЯКОВ, ПРИНИМАЕМЫЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОЛИЧЕСТВА УСТАНОВЛЕННЫХ ОДНОИМЕННЫХ САНИТАРНЫХ ПРИБОРОВ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЯХ

Санитарные приборы	Диаметр отводных труб, мм			Диаметр стояков, мм		
	50	75	100	50	75	100
Раковины	1—3	4—5	7—11	1—6	7—12	13—22
Мойки на одно отделение	1—2	2—3	4—6	1—3	4—6	7—12
Души (через трап)	1—4	5—10	11—18	1—8	9—20	21—36
Унитазы со смывными бачками	Не принимаются		1—30	Не принимаются		1—60
Умывальники	1—11	12—28	Более 28	1—22	23—56	Более 56
Писсуары:						
с автоматической промывкой	1—5	6—12	13—22	1—10	11—24	25—44
без автоматической промывки	1—15	16—39	40—73	1—30	31—78	Более 78

Примечание. Указанные в таблице диаметры труб определены для следующих условий: наполнение труб — 0,5 диаметра; уклоны труб нормальные (по табл. 38.2); коэффициент одновременности действия унитазов 0,1; остальных приборов 1.

Глава 39. НАСОСНЫЕ УСТАНОВКИ

39.1. Характеристика установок

В насосные установки кроме насосов входят приемный резервуар и напорный трубопровод. Приемный резервуар служит для сбора стоков, поступающих в него самотеком от приемников и подлежащих перекачке в наружную сеть канализации.

Для сбора сточных вод, содержащих органические загрязнения, емкость резервуаров принимается по возможности минимальной во избежание загнивания стоков.

Емкость сборных резервуаров при насосных установках определяется в соответствии с часовым графиком притока сточных вод и режимом работы насосов. При насосных установках, работающих автоматически, емкость резервуаров принимают из условия включения насосов не более 6 раз в 1 ч, а при отсутствии графика притока сточных вод — в зависимости от назначения здания и технологии производства из расчета на 5—10%-ную производительность насосов, определенную по максимальному часовому расходу стоков.

В сборных резервуарах устанавливают решетки с прозорами 20 мм, указатели уровней, устройства по взмучиванию выпадающего осадка, предусматривают приточно-вытяжную вентиляцию.

39.2. Места расположения резервуаров и насосов

...вуар располагают за пределами здания на ...нии 2—3 м от его наружной стены с целью со...ения длины всасывающего трубопровода от на...станавливаемого в здании.

... стоков, не содержащих органические и взры...ые компоненты, приемный резервуар можно ...щать внутри здания.

При проектировании насосных станций для перекачки загрязненных производственных сточных вод, выделяющих взрывоопасные газы, необходимо соблюдать следующие требования:

а) насосные станции следует размещать в отдельно стоящих зданиях;

б) приемный резервуар для сточных вод должен находиться на расстоянии не менее 5 м от здания насосной станции;

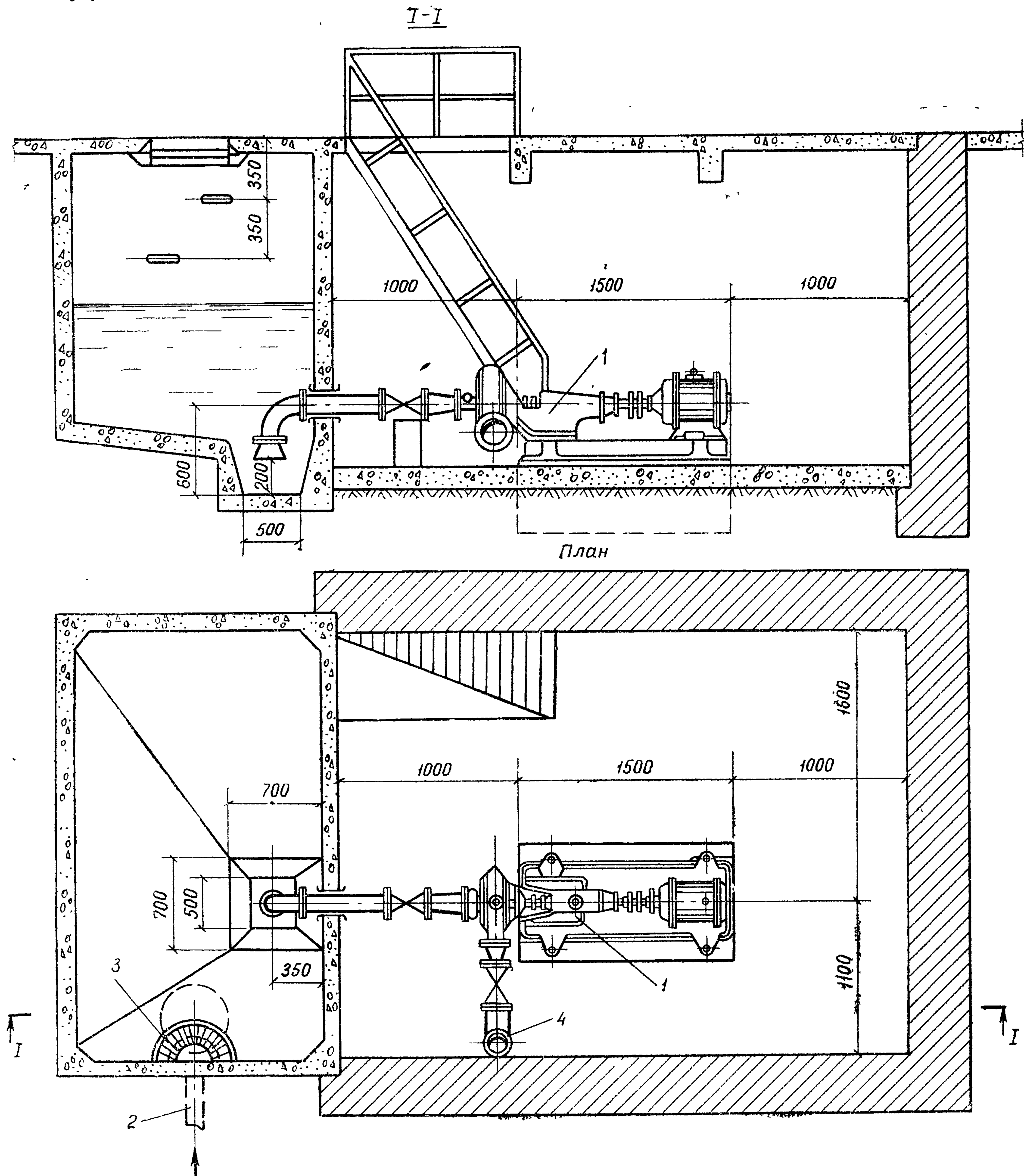


Рис. 39.1. Размещение канализационных насосов в здании

1 — насос; *2* — проточная труба; *3* — решетка; *4* — напорный трубопровод

в) электрооборудование насосных станций должно быть во взрывозащищенном исполнении в соответствии с категорией и группой взрывоопасной смеси;

г) не допускать размещения бытовых и вспомогательных помещений (мастерских электроподстанций, щитовых, диспетчерских) над заглубленным машинным залом.

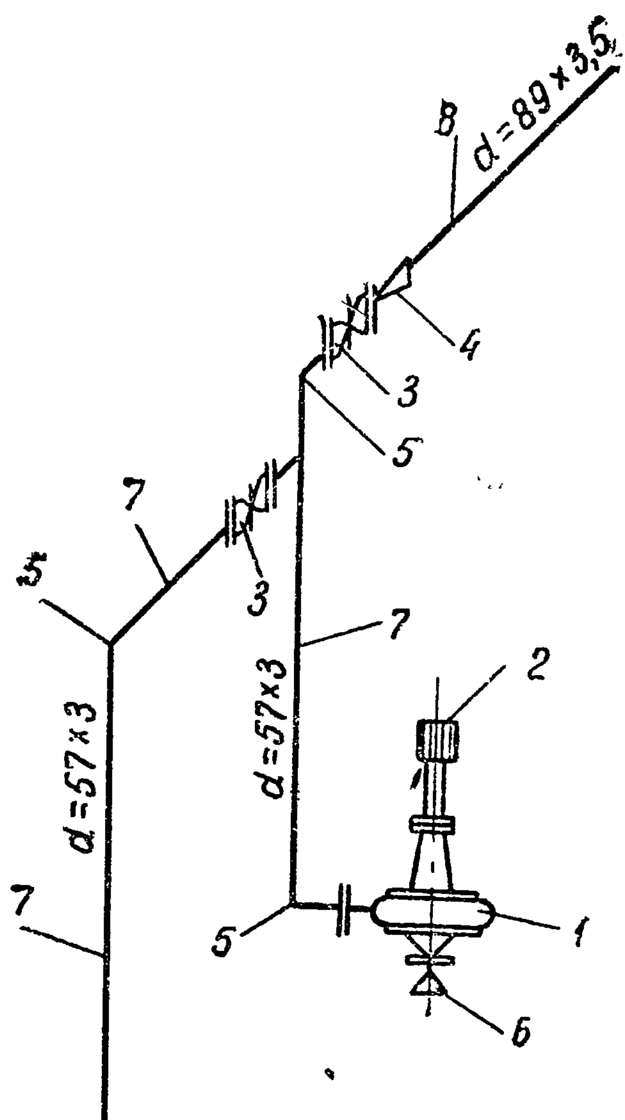


Рис. 39.2. Схема трубопроводов насосной установки с вертикальным насосом

1 — насос вертикальный фекальный; *2* — электродвигатель вертикальный; *3* — задвижка; *4* — переход; *5* — колено; *6* — приемная воронка; *7* — трубопровод для взмучивания осадка; *8* — напорный трубопровод

В зависимости от состава сточных вод для перекачки их выбирают насосы: фекальные, песковые, кислотоупорные и др.

Насосы устанавливают, как правило, под залив перекачиваемых сточных вод. При необходимости расположения насосов выше уровня сточных вод в резервуаре высота всасывания не должна превышать величины, допускаемой для насосов данного типа; при этом необходимо предусматривать надежно действующее устройство для залива насосов водой.

Для перекачки сточной жидкости применяют центробежные канализационные горизонтальные и вертикальные насосы, в которых зазоры между лопатками увеличены для свободного прохождения твердых частиц, содержащихся в стоках. Эти насосы оборудованы крышками (на шарнирах и болтах) для осмотра и очистки колес, а также приспособлениями для очистки лопастей от грязи. Канализационные насосы устанавливают, как правило, ниже уровня жидкости в приемном резервуаре — под залив сточными водами (рис. 39.1). Схема трубопроводов насосной установки с вертикальным насосом показана на рис. 39.2. Приемные клапаны обычно не устанавливают, так как они быстро засоряются.

При перекачке производственных сточных вод, содержащих крупные примеси, в приемном резервуаре устанавливают решетку (под углом 30—40° к вертикальной плоскости) с зазорами 20—50 мм.

Насосная установка должна быть оснащена системой сигнализации, действующей при переполнении резервуара.

Насосы для перекачки бытовых и производственных стоков, имеющих в своем составе токсические и быстро загнивающие загрязнения, а также для перекачки стоков, выделяющих вредные запахи, газы и пары, располагают в отдельно стоящем здании или в подвале изолированного помещения, а при отсутствии подвала — в отдельном отапливаемом помещении первого этажа с самостоятельным выходом наружу или на лестничную клетку. Помещение насосной станции должно быть оборудовано приточно-вытяжной вентиляцией. Сборные резервуары для указанных стоков размещают, как правило, за пределами зданий или в изолированных помещениях совместно с насосами.

Выход из насосной на лестничную клетку допускается в зданиях, к которым не предъявляются повышенные требования звукоизоляции.

Не разрешается размещать насосы в жилых зданиях, детских учреждениях, больницах, предприятиях общественного питания, предприятиях пищевой промышленности, под рабочими помещениями административных зданий, учебных заведений, а также в зданиях и помещениях, где недопустим повышенный уровень шума.

Насосы для перекачки сточных вод, содержащих нефтепродукты или другие горючие примеси, необходимо устанавливать в отдельно стоящем здании.

В насосных станциях кроме рабочих насосов устанавливают резервные насосы: при двух однотипных рабочих насосах — один резервный; при наличии более двух однотипных рабочих насосов — два резервных.

Для перекачки кислых и шламсодержащих сточных вод при одном рабочем насосе принимают один резервный и один хранящийся на складе; при наличии двух и более рабочих насосов — два резервных.

Примечание. В отдельных случаях при периодическом поступлении в резервуар малого количества стоков допускается установка одного рабочего насоса при наличии запасного насоса на складе.

Насосные агрегаты и трубопроводную арматуру следует размещать таким образом, чтобы обеспечивался свободный доступ к ним для монтажа, обслуживания и ремонта.

Высота помещения насосной станции должна быть не менее 2,2 м от пола до выступающих частей перекрытия.

Насосные установки рекомендуется проектировать с автоматическим управлением.

Для каждого канализационного насоса следует предусматривать отдельную всасывающую линию, прокладываемую с подъемом к насосу (уклон не менее 0,005). На всасывающем и напорном трубопроводах каждого насоса должны быть установлены задвижки.

Не допускается установка всасывающих клапанов на всасывающих линиях насосов, перекачивающих хозяйственно-фекальные и загрязненные, производственные сточные воды.

На напорной линии, как правило, устанавливают обратный клапан, особенно в том случае, когда емкость напорного трубопровода более 25% емкости приемного резервуара насосной.

Технические характеристики и основные размеры наиболее часто применяемых насосов приведены в приложении XXII.

39.3. Пневматическая эжекторная установка

Для обеспечения бесперебойной работы пневматической установки обычно предусматривают два приемных резервуара. Расход сжатого воздуха при давлении [illegible] составляет 3 м^3 на 1 м^3 перекачиваемой жидкости. Пневматические эжекторные установки часто применяются в метрополитене для удаления сточных вод [illegible]ных в глубоко расположенных станциях.

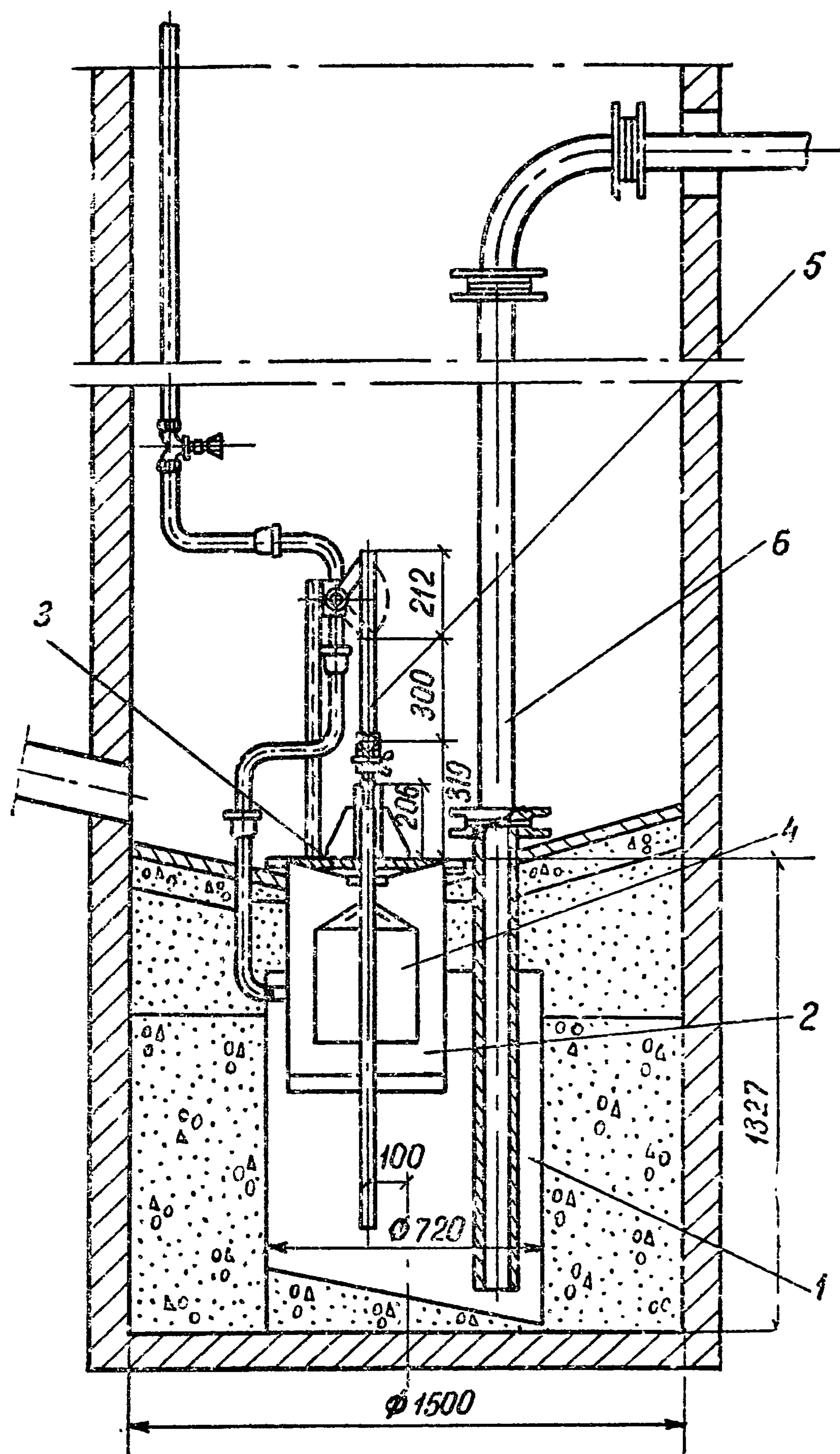


Рис. 39.3. Пневматическая установка системы Гребнева для перекачки сточных вод

1 — стальной резервуар; 2 — цилиндр; 3 — крышка; 4 — поплавок; 5 — трубопровод, подающий сжатый воздух; 6 — напорный трубопровод сточных вод

Помещения, где расположены насосные установки для перекачки сточных вод, должны быть оборудованы приточной и вытяжной вентиляцией.

Для удаления сточной жидкости, содержащей различные загрязнения, иногда применяют пневматические установки системы инж. Н. А. Гребнева по типовому проекту, разработанному Союзводоканалпроектом (рис. 39.3), и по проекту Ленгипрогаза с переработкой заводом КАТЭК и изменениями Уралмашзавода.

Пневматическая установка системы инж. Н. А. Гребнева состоит из стального резервуара *1* с внутренним цилиндром *2* и крышкой *3*. Сточная жидкость поступает в резервуар через отверстие в крышке *3*, приподнимая поплавок *4*. При заполнении жидкостью резервуар разобщается с атмосферой и в него поступает сжатый воздух по трубе *5*, вытесняя сточную жидкость по трубе *6*. Эта установка может перекачивать до 20 м^3/ч сточных вод с подачей на высоту до 7 м и на расстояние до 10 м.

Вторая установка по проекту, переработанному Уралмашзаводом, предназначается для перекачки как чистых, так и загрязненных жидкостей с содержанием до 50% песка, шлама, ила и пр.

Производительность установки для напорной трубы $d_у=100$ мм — 36 м^3/ч; для $d_у=75$ мм — 20 м^3/ч.

Установка рассчитана на эксплуатацию при рабочих давлениях 0,7—6 кгс/см^2.

Количество расходуемого воздуха на 1 м^3 перекачиваемой жидкости определяется по формуле

$$q_в=\frac{V+\pi d_у^3(H_0+l)}{V_а}\cdot\frac{10^4+\gamma H}{10H}, \qquad (39.1)$$

где V — полный объем аппарата для данной установки, равный 0,39 м^3;

$V_а$ — полезный объем аппарата, равный 0,35 м^3;

$d_у$ — диаметр напорной трубы, м;

H_0 — геометрическая высота подъема жидкости, м;

H — давление воздуха в аппарате в м вод. ст. жидкости с учетом сопротивления в напорной трубе;

l — длина горизонтального отводящего трубопровода, м;

γ — удельный вес перекачиваемой жидкости, кг/м^3.

Корпус аппарата рассчитан на давление до 6 кгс/см^2. Габариты аппарата: $D_н=720$ мм; $H=1513$ мм, масса аппарата 700 кг.

Глава 40. МЕСТНЫЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД И ДРУГИЕ СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

40.1. Назначение установок

Местные установки для очистки сточных вод и другие специальные устройства в системах внутренней канализации зданий проектируются лишь в тех случаях, когда необходимо предохранить наружную или внутреннюю сеть канализации от вредного воздействия стоков, засоров и зарастания и когда требуется предварительная обработка сточных вод перед выпуском их в общезаводские или городские канализационные сети с целью выделения ценных компонентов загрязнений или обеспечения нормальной эксплуатации общей системы канализации (сетей и сооружений) и водоемов.

При наличии в производственных сточных водах только минеральных загрязнений нецелесообразно присоединять их к городской канализации.

Производственные сточные воды не должны содержать: взвешенные примеси (окалину, металлическую стружку, известь, песок, гипс и др.) и плавающие вещества (волокна, мездру, каныгу, смогу, жиры и т. п.), вызывающие засорение труб городской канализации, вещества, оседающие на дне и стенках труб; горючие при-

меси (бензин, нефть), а также растворимые газообразные вещества, вызывающие взрывы; примеси, оказывающие разрушающее (корродирующее) действие на материал труб и элементы сооружений канализации. Температура сточных вод не должна быть выше 40° С.

В здании или вблизи него предусматривается установка следующих местных сооружений: решеток, песколовок, грязеотстойников, отстойников, жиро-, бензо- и маслоуловителей, сетчатых фильтров, барботажных устройств для охлаждения воды, сооружений по очистке сточных вод гальванических, литейных и других производств, усреднителей, фильтров нейтрализаторов, нейтрализационных установок, установок по обезвоживанию осадка и др.

С целью уменьшения выноса в канализацию кислот, щелочей, соединений циана, хрома, солей никеля, кадмия, свинца и других ценных продуктов, а также различных вредных веществ в технологической части проекта должны предусматриваться соответствующие мероприятия. По возможности следует возвращать отработавшие растворы на регенерацию или собирать их в специальные емкости и использовать в качестве реагента для очистки других сточных вод; в иных случаях их можно подмешивать к промывным или другим сточным водам, а при невозможности совместной очистки направлять на сжигание.

Рациональная конструкция печи, предназначенной для сжигания стоков, зависит от их свойств. Для сжигания концентрированных сточных вод, представляющих собой смеси жидких органических веществ с незначительным содержанием (10—15%) воды, могут быть использованы печи шахтного типа. Для сжигания более разбавленных стоков (с количеством воды 15—20%) целесообразно применять печь циклонного типа. Для сжигания сильно разбавленных стоков с содержанием органических веществ менее 10% и при ХПК около 50 000 мг/л рекомендуется использовать установку, состоящую из интенсифицированного испарителя (аппарат кипящего слоя, пенный аппарат и др.) и контактного аппарата для окисления органических веществ в парогазовой фазе.

Сточные воды перед сжиганием необходимо подвергать химической обработке, обеспечивающей разрушение органических соединений.

40.2. Классификация установок и сооружений

А. РЕШЕТКИ

Решетки устанавливают в резервуарах насосных установок или на выпусках отдельных цеховых стоков, содержащих грубые примеси и волокнистые вещества, которые могут нарушить работу последующих канализационных устройств. Материал решеток выбирают с учетом активной реакции (pH) сточных вод.

Ширина прозоров решеток, устанавливаемых на выпусках цеховых стоков, принимается в каждом конкретном случае в зависимости от размеров механических примесей, содержащихся в этих стоках.

Решетки могут быть установлены (неподвижно или с возможностью перемещения) в приемных резервуарах, специальных камерах, колодцах и непосредственно в каналах, общих на всю систему канализациии или отдельных для особых производств либо агрегатов. Угол наклона решетки к горизонтальной плоскости принимается не менее 60°.

Суммарная рабочая площадь отверстий решетки м² определяется по формулам:

$$F = fK, \quad (40.1)$$

где f — живое сечение подводящего канала, м²;
K — коэффициент, принимаемый равным: при ручной очистке 2, при механической 1,2;

или

$$F = Q/v, \quad (40.2)$$

где Q — расход сточных вод, м³/с;
v — скорость движения сточных вод в прозорах решетки, принимаемая равной 0,8—1 м/с при максимальном притоке.

Величина подпора сточной жидкости перед решеткой определяется по формуле

$$h = a\frac{v_1^2 - v_2^2}{2g}, \quad (40.3)$$

где a — коэффициент скорости, принимаемый равным 0,7;
v_1 и v_2 — скорость движения воды соответственно в отверстиях решетки и в месте подхода к решетке, м/с.

Б. ПЕСКОЛОВКИ

Песколовки — сооружения для задержания песка и других минеральных взвешенных веществ, устанавливаемые на выпусках производственной канализации из здания или у отдельных производственных агрегатов.

ТАБЛИЦА 40.1

РАЗМЕРЫ ПЕСКОЛОВОК

Суточная производительность столовой (число обедов)	Суточный расход картофеля, кг	Количество выпадающего песка, л	Размеры песколовки, мм			Продолжительность мытья, час—мин	Промежуток времени между чистками песколовок, сутки
			длина a	ширина b	глубина h		
Песколовка стальная							
500	200	3,36	900	600	276	00—50	3
1 000	400	6,72	900	600	276	1—40	3
1 500	600	10,08	900	600	276	2—20	3
2 000	800	13,44	900	600	276	3—20	3
Песколовка бетонная							
2 500	1000	16,8	900	700	290	4—10	2
5 000	2000	33,6	900	800	290	8—20	2
7 500	3000	50,4	900	800	290	12—30	2
10 000	4000	47,2	1260	1000	286	16—40	1
12 500	5000	84	1260	1000	286	20—50	1

Основные размеры горизонтальных песколовок, устанавливаемых на выпусках, определяются по формулам:

$$\omega = Q/v; \; l = vt, \quad (40.4)$$

где ω — площадь живого сечения рабочей части песколовки, м²;

Рис. 40.1. Песколовки

а — бетонная; б — стальная; 1 — деревянная съемная крышка; 2 — резиновый шланг от картофелечистки; 3 — воронка из кровельной стали; 4 — футорка 2×½″; 5 — цементная затирка с железнением; 6 — бетон марки 90

Q — расход сточных вод, м³/с;
v — скорость протока сточных вод через песколовку, м/с (0,1—0,3 м/с);
l — длина рабочей части песколовки, м;
t — время протока сточных вод через песколовку (при максимальном протоке — 30 с, при минимальном — 60 с).

Объем осадочной части принимается в зависимости от количества выпадающего осадка и периода его накопления (в промежутках между чистками). Механизированное удаление осадка предусматривается при объеме его более 0,5 м³/сутки.

Конструкции местных песколовок приведены на рис. 40.1, а производительность и габаритные размеры песколовок для фабрик-кухонь и столовых — в табл. 40.1. Устраивают их из бетона или металла и располагают иногда непосредственно при мойках в столовых.

В. ГРЯЗЕОТСТОЙНИКИ

Для очистки сточных вод от гаражей и других аналогичных производств на канализационной сети этих зданий (внутри или на выпуске) устанавливают грязеотстойники.

Площадь поперечного сечения протока в грязеотстойнике, м², определяют по формуле

$$F = q/v, \qquad (40.5)$$

где v — расчетная скорость протока 0,003—0,005 м/с;
q — расчетный расход, м³/с.

Расчетная длина рабочей части грязеотстойника, м, может быть определена по формуле

$$L = tv \cdot 60, \qquad (40.6)$$

где t — продолжительность протока сточной жидкости в отстойнике, равная 10—15 мин.

В грязеотстойнике необходимо обеспечивать равномерное распределение стока по всей его ширине. Механизированную очистку грязеотстойника рекомендуется производить не реже 1 раза в три дня. Емкость грязевой части не должна превышать ⅓ рабочего объема отстойника, высота грязевой части должна быть не более 1 м.

Конструкция грязеотстойника для небольших гаражей приведена на рис. 40.2.

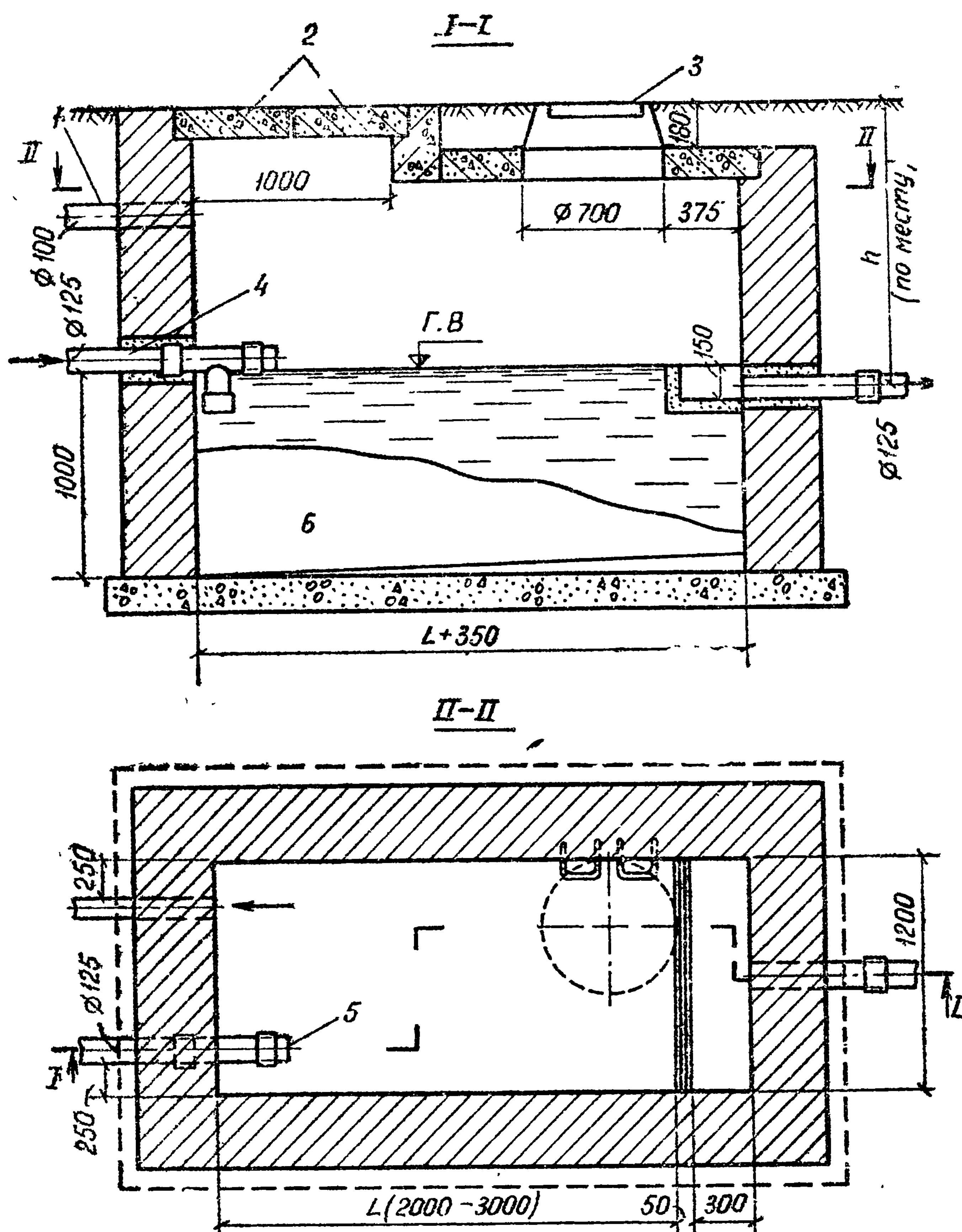


Рис. 40.2. Грязеотстойник

1 — труба к вентиляционному стояку; *2* — съемные железобетонные плиты; *3* — канализационный люк; *4* — труба от мойки машин; *5* — деревянная пробка; *6* — осадок

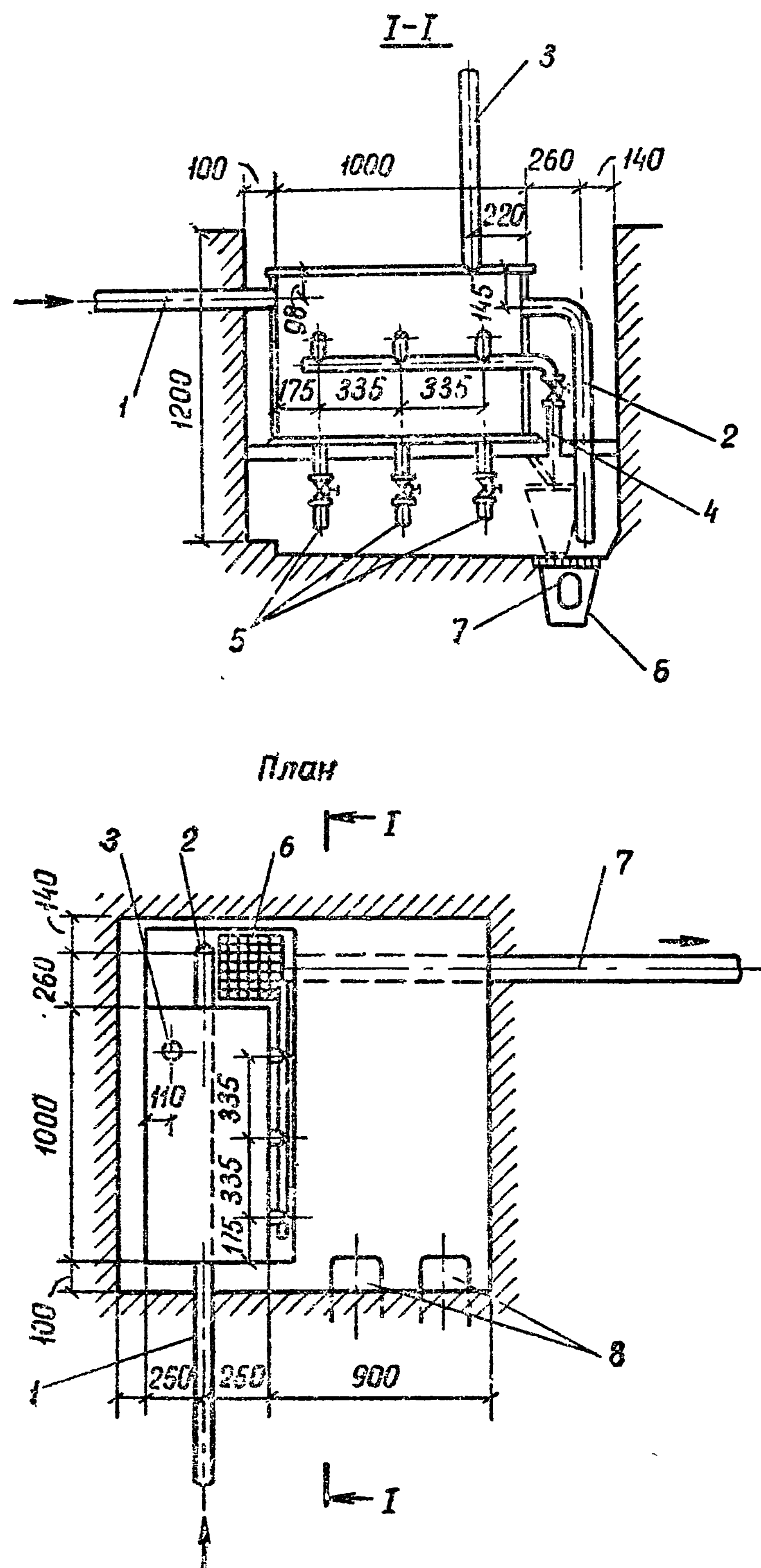


Рис. 40.3. Маслоуловитель

1 — подающая труба d=50 мм; *2* — отводная труба d=50 мм; *3* — вентиляционная труба d=40 мм; *4* — труба для спуска масла d=25 мм; *5* — труба для выпуска грязи d=25 мм; *6* — трап d=100 мм; *7* — канализационная труба d=100 мм; *8* — ходовые скобы

Г. ОТСТОЙНИКИ

Для осветления производственных сточных вод используют отстойники любого типа (вертикальные, горизонтальные, радиальные, попускные и пр.), непрерывного или периодического действия. Тип отстойника выбирается в зависимости от количества сточных вод, режима их притока, характера взвешенных примесей и их концентрации, технико-экономических показателей строительства и эксплуатации, а также от способа дальнейшей обработки задерживаемого отстойником осадка.

В отстойнике должно быть не менее двух секций, пропускная способность каждой секции 0,5 расчетного расхода.

Отстойники рассчитывают по максимальному часовому притоку в них сточных вод ($q_{макс}$), а при наличии усреднительных резервуаров и регулирующих емкостей — по среднему расходу ($q_{ср}$). Обычно строят кривую зависимости степени осветления от времени отстаивания шламсодержащих сточных вод и кривую зависимости количества осаждаемых частиц от их гидравлической характеристики.

Д. БЕНЗОУЛОВИТЕЛИ

Бензоуловители устанавливают (за пределами здания после грязеотстойника) для улавливания масел, газолина, бензина, попавших в стоки при мытье автомашин, поливке и мытье полов и др., при содержании их до 500 мг/л. Бензин и другие горючие жидкости необходимо удалять во избежание попадания в канализационную сеть паров этих жидкостей, которые при воспламенении могут вызвать взрыв.

Бензоуловители должны быть небольших размеров, чтобы в одном резервуаре не скапливалось значительное количество горючих жидкостей. Время протока стоков через бензоуловитель 4—5 мин; скорость 0,005—0,01 м/с. Рабочий объем бензоуловителя должен быть равен 30-кратному секундному расчетному расходу сточной

— . При необходимости устанавливают несколько ... телей.

... улавливания масляных примесей применяют ... ватели (рис. 40.3). Поступающая в маслоулови... жидкость поднимается кверху, а масляные ... захватываются тремя воронками и отводятся ... трубой в маслосборник.

Е. ЖИРОУЛОВИТЕЛИ

... уловители применяют для задержания жиров ... вод столовых и фабрик-кухонь, мясокомбина... тих производственных зданий с целью предо... канализационной сети от жировых отложений, ... с целью утилизации жировых отходов. Обычно ... жироуловители дворового типа, обслужива... группу приборов.

... чет жироуловителя производится по следующим ... лам:

$$L = K\,B, \qquad (40.7)$$

$$V = L\,BH = KB^3, \qquad (40.8)$$

— длина жироуловителя, м;
— ширина жироуловителя, м;
— коэффициент, принимаемый равным 2—3;
— объем воды в жироуловителе, м³;
— глубина воды в жироуловителе (обычно принимается равной B);

$$Q_ч = n\,V = n\,K\,B^3, \qquad (40.9)$$

— пропускная способность (расход сточных вод за 1 ч), м³;
— число обменов воды за 1 ч, принимаемое равным 4—6

Продолжительность протока стоков через жироуло... при максимальном расходе принимается 10— ... Наименьшая емкость жироуловителя 50 л.

Групповой жироуловитель представляет собой бе... или кирпичный колодец-отстойник прямоуголь... формы. Дно жироуловителя устраивают с большим ... ом для сползания осадка, который удаляется через ... ную трубу. Жир всплывает кверху и удаляется ... или иным способом. Канализационные трубопроводы ... приемников до жироуловителей, которые легко могут ... засорены жировым, легкозагнивающим осадком, ... жны быть снабжены прочистками и ревизиями для ... мывки их горячей водой или паром.

Подводящая и выпускная трубы жироуловителя ... жны быть заполнены сточной жидкостью не менее на 200 мм, считая от уровня жидкости до низа ... водящего и выпускного патрубков.

Для жироуловителей емкостью более 300 л необхо... предусматривать продувку сточных вод воздухом. ... ход воздуха при этом принимается: при распределе... его фильтросами — 0,03 м³, а дырчатыми трубами — ... м³ на 1 м³ сточных вод.

Ж. УСТАНОВКИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДУШЕВЫХ МЫЛЬНЫХ ВОД

Сточные воды от душей можно обрабатывать сов... тно с хозяйственно-фекальными стоками на сооружениях биологической очистки при соотношении суточ... ых объемов сточных вод от душей и хозяйственно-... кальных вод не более 1 : 1. При увеличении указанно... соотношения сточные воды от душей перед поступле... нием на сооружения биологической очистки необходимо предварительно обрабатывать на контактных отстойниках с предварительным коагулированием примесей.

Допускается увеличение количества стоков от душей в течение 1 ч не более чем на 20%; при большем возрастании часовых расходов стоков от душей предусматривают устройство регулирующих резервуаров (усреднителей).

Контактные отстойники применяют вертикальные или горизонтальные (в зависимости от местных условий). Размеры контактного отстойника принимают исходя из условия создания объема отстойной части, равной максимальному часовому расходу стоков от душей, объема осадочной части — из условия накопления ила в течение двух суток и объема нейтрального слоя высотой 0,2 м. Объем ила принимается равным 2% объема сточных вод. Продолжительность контакта реагента со сточными водами и отстаивания принимается не менее 4 ч.

Из контактного отстойника осветленные стоки выпускают периодически по выпускной трубе, располагаемой в пределах высоты нейтрального слоя. Ил выпускается по иловой трубе диаметром 200 мм при высоте расположения выпускного патрубка не менее 1,5 м от поверхности сточной воды в отстойнике.

Для коагуляции мыльных сточных вод применяют известь в количестве 400 г (считая по активной окиси кальция) на 1 м³ сточных вод.

Известкование сточных вод следует производить 5%-ным раствором извести путем перемешивания его со сточной жидкостью перед отстойником или в отстойнике. Известковый раствор приготовляют в затворных и растворных баках в закрытом помещении или под навесом (в зависимости от климатических условий). При необходимости обеззараживания мыльных вод одновременно с раствором извести вводят раствор хлорной извести.

З. НЕЙТРАЛИЗАЦИОННЫЕ УСТАНОВКИ

Сточные воды, содержащие кислоты (при $pH < 6{,}5$), перед выпуском в наружную канализационную сеть должны быть нейтрализованы. Нейтрализация осуществляется путем смешивания сточных вод с реагентом в нейтрализаторах-отстойниках или путем фильтрования сточных вод через нейтрализующие материалы.

Для нейтрализации сернокислотных сточных вод и сточных вод травильных отделений в качестве реагента рекомендуется использовать гашеную известь, которую нужно добавлять в виде известкового молока с концентрацией 5—10% активной окиси кальция. Продолжительность контакта сточных вод с реагентом в отстойнике-нейтрализаторе следует принимать 15 мин для обычных кислых стоков и не менее 30 мин для кислых сточных вод, содержащих ионы тяжелых металлов Время отстаивания принимается не менее 2 ч.

При нейтрализации производственных сточных вод необходимо учитывать количество взаимодействующих кислот и щелочей. Сточные воды травильных отделений перед спуском в городскую канализацию или в водоемы должны при нейтрализации полностью освобождаться от солей ионов тяжелых металлов.

Для нейтрализации можно применять любой щелочной реагент, дающий в раствор гидроксил-ионы (OH^-). Наиболее дешевый реагент — известь, содержащая более 30% окиси кальция. Доза реагента определяется из условия обеспечения полной нейтрализации свободной кислоты, а также выделения в осадок растворенных ионов тяжелых металлов.

При нейтрализации сернокислотных сточных вод известковым молоком доза активной окиси кальция берет-

ся на 5—10% больше расчетной; при использовании пасты или сухого известкового порошка — на 40—50%.

Резервуары, трубопроводы, лотки и аппараты, соприкасающиеся с кислой средой, изготовляют из кислотоупорного материала или защищают соответствующей изоляцией.

Ориентировочное количество осадка, образующегося при нейтрализации сточной воды, может быть определено по следующим формулам:

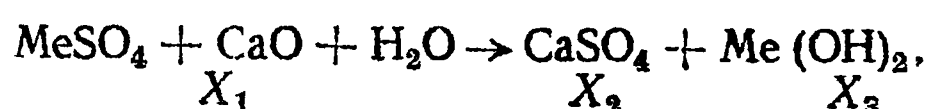
$$M = \left(\frac{X_1 + X_2 + X_3 + У_1 + У_2}{1 + Z}\right) - 2, \quad (40.10)$$

где M — количество сухого вещества, кг/м³;
X_1 — количество активной CaO, необходимое для осаждения катионов металлов, кг/м³;
X_2 — количество образующегося сульфата кальция, кг/м³;
X_3 — количество образующихся гидроокисей металлов, кг/м³;
$У_1$ — количество активной CaO, необходимое для нейтрализации свободной серной кислоты, кг/м³;
$У_2$ — количество образующегося сульфата кальция, кг/м³;
Z — объем известкового молока, в котором содержится необходимое для нейтрализации количество CaO ($X_1 + У_1$), м³;

$$P = \frac{100}{W}\left[\frac{p_{вл}}{\gamma_ж (100 - p_{вл})} + \frac{1}{\gamma_т}\right], \quad (40.11)$$

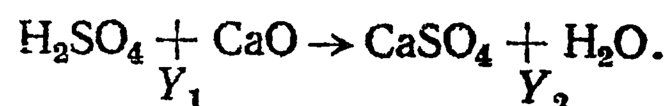
где P — объем осадка по отношению к объему очищаемой сточной воды, %;
W — объем очищаемой сточной воды, м³;
$p_{вл}$ — влажность осадка, %;
$\gamma_ж$ — удельный вес жидкой фазы (принимается равным 1);
$\gamma_т$ — удельный вес твердой фазы, т/м³.

Примечание. Значения X_1, X_2 и X_3 определяются из реакции



$$\underset{X_1}{MeSO_4 + CaO} + H_2O \rightarrow \underset{X_2}{CaSO_4} + \underset{X_3}{Me(OH)_2},$$

а значения $У_1$ и $У_2$ — из реакции



$$\underset{Y_1}{H_2SO_4 + CaO} \rightarrow \underset{Y_2}{CaSO_4 + H_2O}.$$

Процессы приготовления реагентов и удаления осадка из отстойника рекомендуется механизировать.

Для нейтрализации солянокислых и сернокислых сточных вод, имеющих в своем составе не более 5 г/л H_2SO_4 и не содержащих солей тяжелых металлов, можно применять непрерывно действующие фильтры. В качестве загрузочного материала фильтра используют кусковой мел, известь, магнезит, мрамор, доломит и др. Крупность кусков загрузочного материала фильтра 3—8 см.

Расчетная скорость фильтрации принимается не более 5 м/ч, а продолжительность контакта — не менее 10 мин.

Сточные воды, загрязненные щелочами (при pH > >8,5), перед выпуском в наружную сеть канализации нейтрализуются техническими кислотами или отработавшими растворами.

Глава 41. ВОДОСТОКИ ЗДАНИЙ

41.1. Назначение и схемы водостоков зданий

Отвод с кровель зданий дождевых и талых вод может осуществляться свободным сбросом воды по свесам карниза (рис. 41.1, *а*), организованным отводом воды по наружным и внутренним водостокам (рис. 41.1, *б*, *в*).

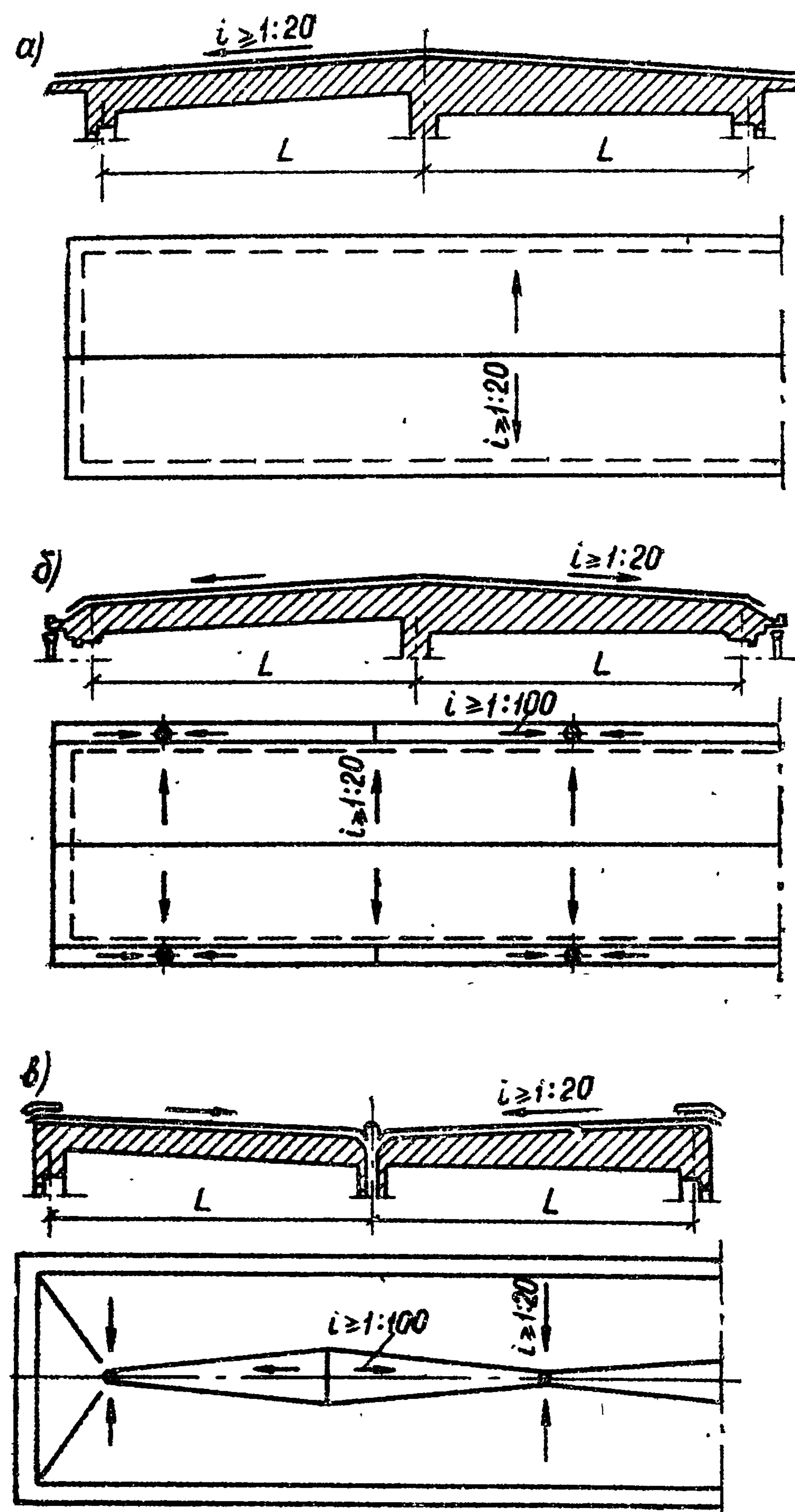


Рис. 41.1. Схема водоотведения с крыш зданий

а — неорганизованный наружный водосброс; *б* — организованный наружный водосброс; *в* — внутренние водостоки

Для зданий высотой до пяти этажей при устройстве совмещенных (бесчердачных) крыш целесообразно применять свободный сброс воды, за исключением зданий, выходящих на красную линию, для которых независимо от этажности рекомендуется организованный отвод воды по наружным или внутренним водостокам.

В зависимости от конструктивного решения бесчердачной крыши водоотвод может осуществляться на одну или обе стороны здания. С плоских крыш предусматривается водоотвод обязательно по наружным или внутренним водостокам, причем с плоских крыш наружные водо-

...пускается устраивать лишь в южной полосе ...IIБ и IV климатические районы).

...бходимость устройства внутренних водостоков ...ливается при решении архитектурно-строительной части проекта здания. Внутренние водостоки должны обеспечивать отвод дождевых и талых вод с кровель ... в любое время года. При устройстве внутренних ...токов в неотапливаемых зданиях следует предусматривать мероприятия, обеспечивающие положительную ...атуру в трубопроводах и воронках при отрицательной наружной температуре (электрообогрев, обогрев ...щью пара и т. д.).

...ружные водостоки состоят из желобов и водосточных труб. Трубы и детали к ним изготовляют из ...ванной стали или пластмасс. Выпуск наружных ...сточных труб должен быть выше тротуара или от... на 200 мм.

...аксимальная водосборная площадь крыши на одну ...ную водосточную трубу в зависимости от ее диаметра для различных климатических районов приведена ...абл. 41.1.

ТАБЛИЦА 41.1

...ДОСБОРНАЯ ПЛОЩАДЬ КРЫШИ НА ОДНУ НАРУЖНУЮ ВОДОСТОЧНУЮ ТРУБУ

...метр водосточной трубы, мм	Площадь крыши для различных климатических районов, м²	
	I, II, III A	III Б и IV
100	80	120
140	100	150
180	130	195
216	150	225

Система внутренних водостоков состоит из водосточных (приемных) воронок, стояков, отводных (подвесных и подпольных) трубопроводов и выпусков. Из системы внутренних водостоков предусматривается отводить ...ду в наружные сети дождевой канализации, а при технико-экономической целесообразности — в систему производственной канализации незагрязненных или повторно используемых сточных вод.

Отвод воды из системы внутренних водостоков в сеть бытовой канализации не допускается.

При отсутствии в районе строительства дождевой ...ли общесплавной канализации допускается открытый выпуск воды из внутренних водостоков в лотки. Лотки выполняют железобетонными водонепроницаемыми с уклоном 0,02 до наружных водостоков; грунт под лотками при обратной засыпке котлована должен быть уплотнен на глубину 0,8—1 м. Места переходов лотков в пределах тротуаров и проездов необходимо перекрывать съемными железобетонными плитами.

Запрещается объединять внутри здания водосточные сети с сетями хозяйственно-фекальной или производственной канализации, отводящей загрязненные сточные воды. При устройстве открытых выпусков следует предусматривать меры по предотвращению размыва поверхности грунта около здания.

На рис. 41.2 и 41.3 приведены варианты выпусков водостоков на поверхность грунта в зависимости от расчетной температуры наружного воздуха района строительства здания (средней наиболее холодной пятидневки, согласно главе СНиП «Климатология»).

Во избежание переохлаждения трубопроводов открытых выпусков и образования наледей при отрицательной температуре наружного воздуха устанавливают гидравлические затворы высотой 100 мм в помещениях с температурой не ниже 5° С. Открытый выпуск в месте пересечения с наружной стеной должен быть изолирован минеральной ватой или другим теплоизоляционным материалом слоем не менее 50 мм, причем

Рис. 41.2. Выпуск водостоков на отмостку при расчетной температуре наружного воздуха до —5° С

1 — воронка; *2* — водосточный стояк; *3* — бетонный или кирпичный упор; *4* — термоизоляция минеральной ватой; *5* — цементная штукатурка

Рис. 41.3. Выпуск водостоков на отмостку или поверхность грунта при расчетной температуре наружного воздуха от —5 до —25° С с установкой чугунных гидравлических затворов

1 — труба канализационная d=100 (ГОСТ 6942—69); *2* — труба стальная водогазопроводная d=32 (ЧМТУ УКРНИТИ № 576-64); *3* — ревизия чугунная d=100 мм (ГОСТ 6942—69); *4* — сифон-ревизия чугунный двухоборотный d=50 мм (ГОСТ 6924—69); *5* — кран сальниковый муфтовый типа 11ч66к d=32 (ГОСТ 2422—65); *6* — пробка из ковкого чугуна d=32 мм (ГОСТ 8963—59); *7* — муфта чугунная d=100 мм (ГОСТ 6942—69); *8* — тройник прямой низкий d=100×100 мм (ГОСТ 6942—69); *9* — тройник прямой d=100×50 мм (ГОСТ 6942—69); *10* — колено d=100 мм (ГОСТ 6942—69); *11* — заглушка чугунная d=100 мм (ГОСТ 6942—69); *12* — сгон стальной d=32 мм (ГОСТ 3969—59); *13* — упор бетонный; *14* — тройник из ковкого чугуна d=32 мм (ГОСТ 8948—59); *15* — стояк водосточный d=100 мм

отверстие с внутренней и наружной сторон стены требуется заделывать цементным раствором. Открытые выпуски рекомендуется устраивать на солнечной стороне здания.

В проектах внутренних водостоков необходимо предусматривать мероприятия, обеспечивающие сохранность их в период строительства, особенно при отрицательной наружной температуре воздуха.

41.2. Размещение воронок

Водосточные воронки на кровле размещают с учетом ее рельефа, допустимого расхода воды на воронку (в зависимости от принятого диаметра ее), конструкции здания и интенсивности дождя.

Водосточные воронки необходимо устанавливать в наиболее низком месте ендовы или разжелобка (рис. 41.4). На плоских кровлях зданий водосточные воронки следует располагать в рядах колонн не менее одной воронки в каждом ряду с целью обеспечения длины пути к воронке не более 60 м, а на скатных кровлях —

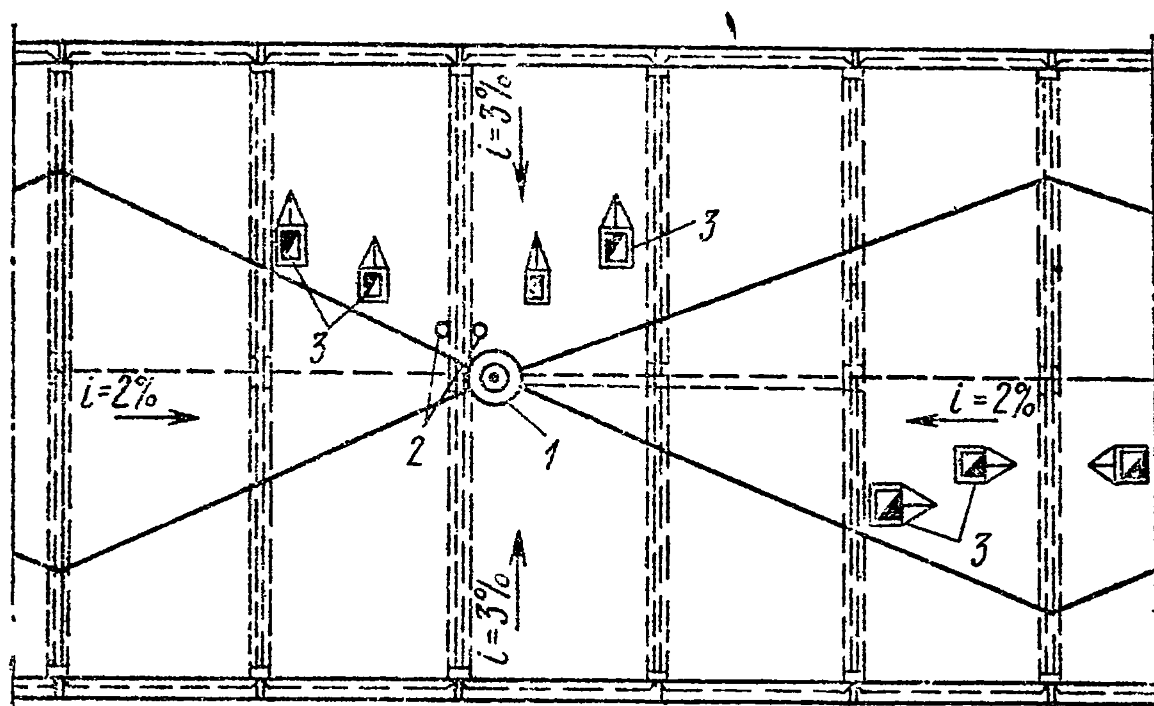


Рис. 41.4. Фрагмент плана бесчердачной крыши

1 — водосток; *2* — канализационные стояки; *3* — вентиляционные шахты

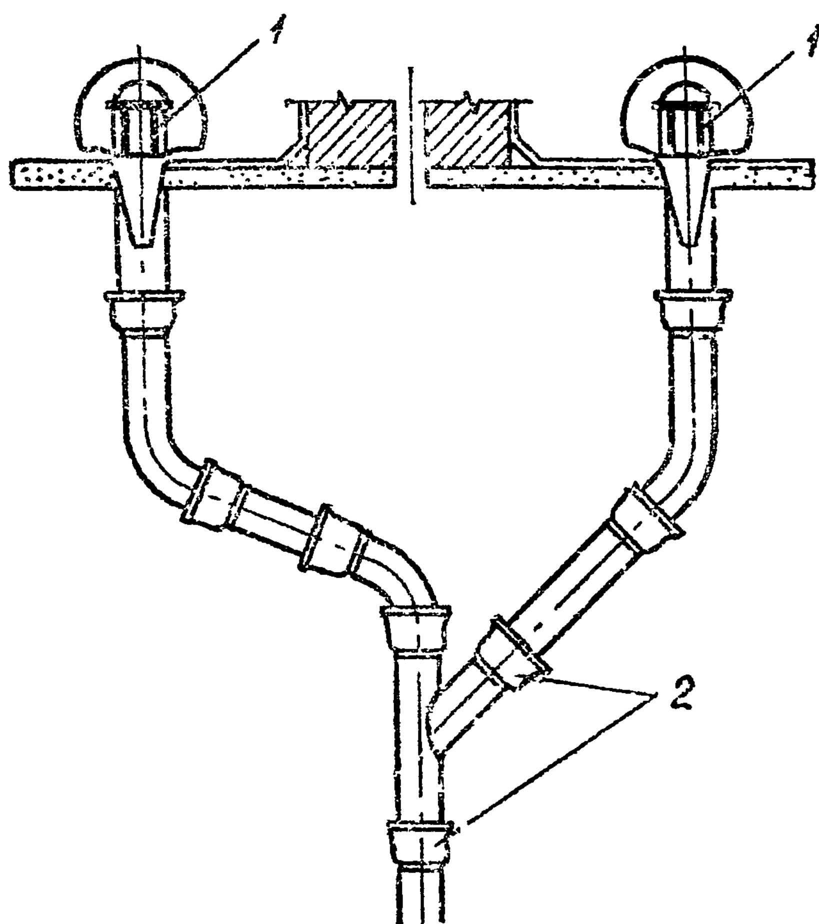


Рис. 41.5. Компенсирующий стык

1 — водосточная воронка; *2* — компенсирующие стыки

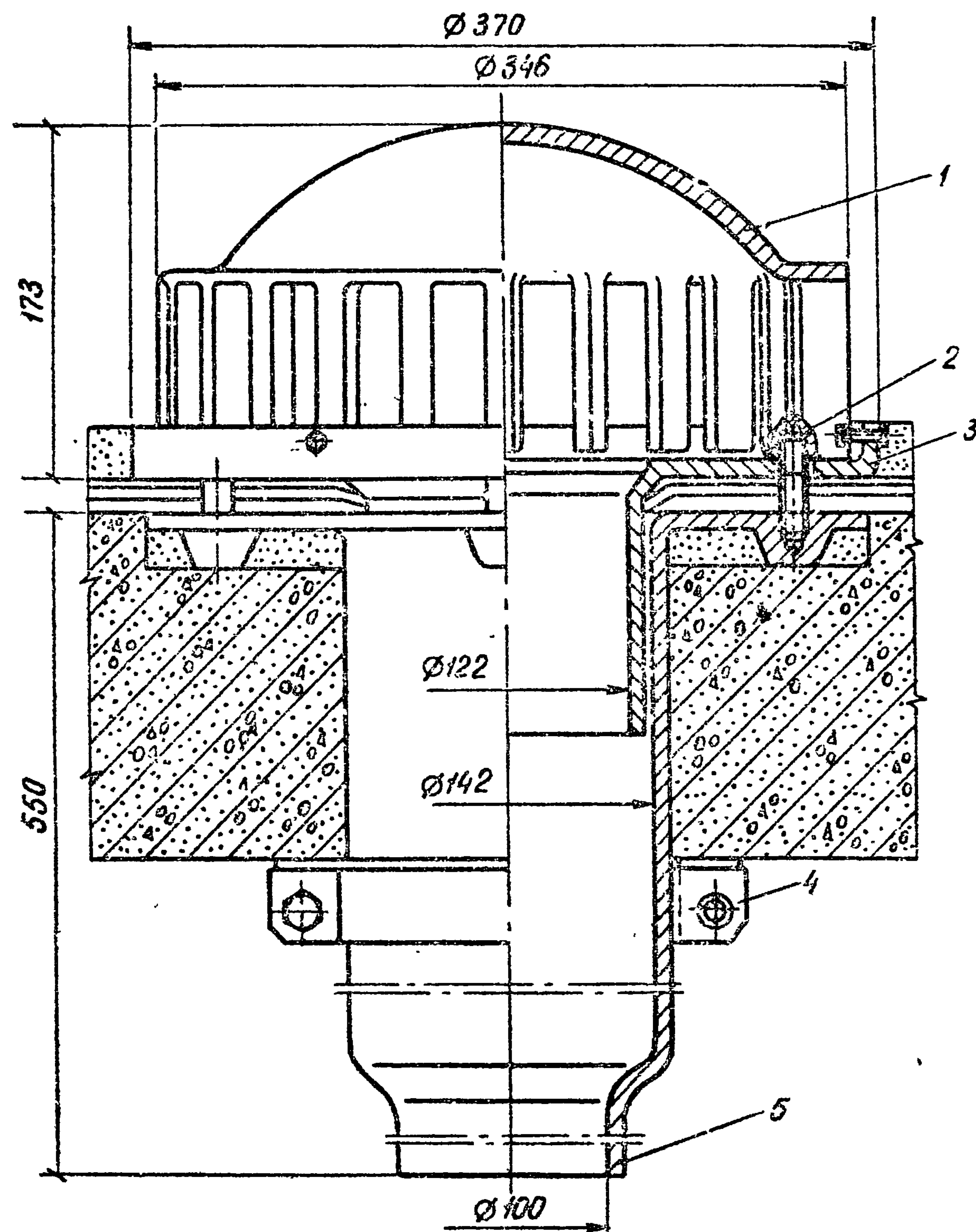


Рис. 41.6. Водосточная воронка Вр9

1 — колпак; *2* — глухая гайка для крепления воронки; *3* — водосточная воронка; *4* — хомут; *5* — сливной патрубок

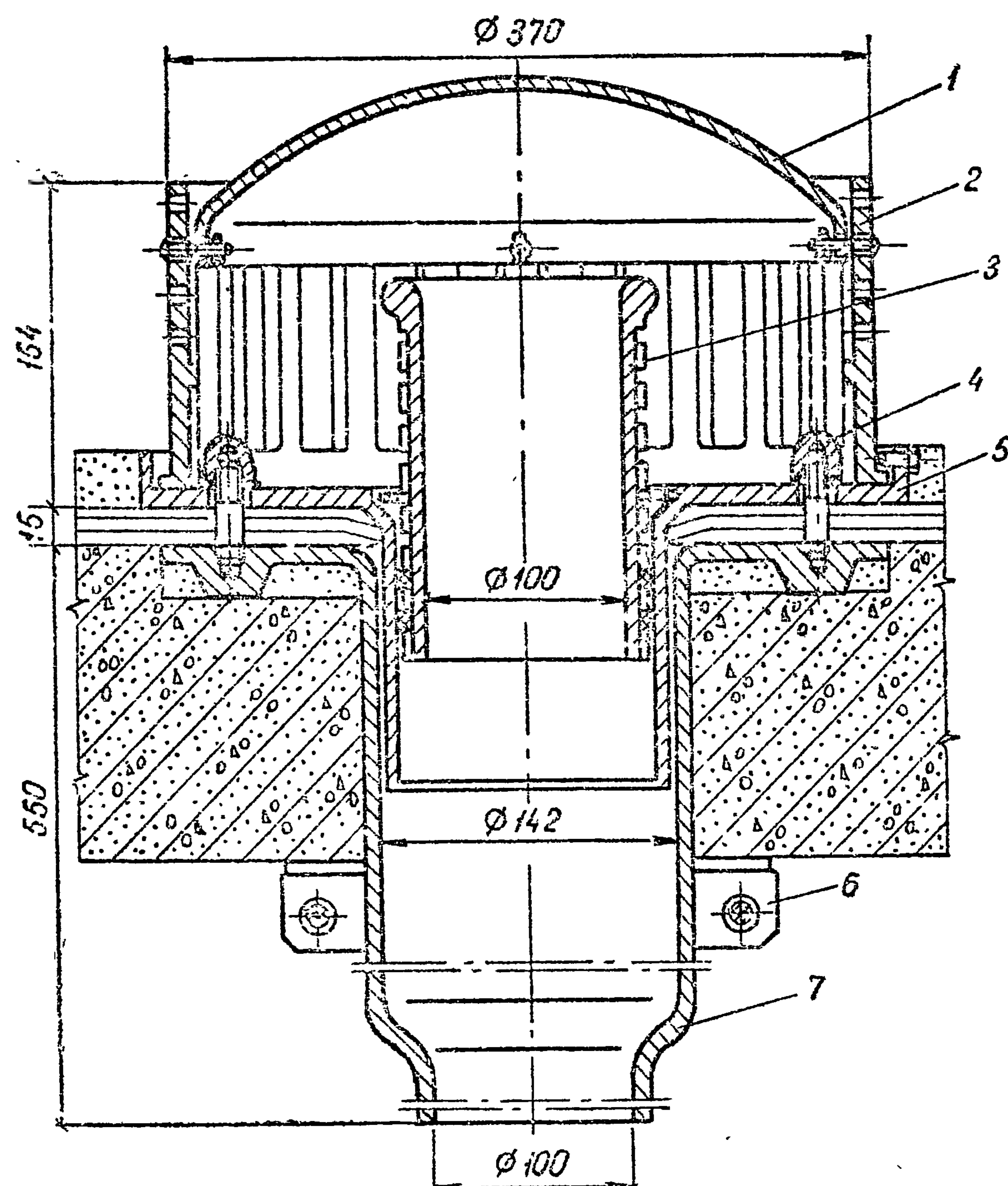


Рис. 41.7. Водосточная воронка Вр8

1 — колпак; *2* — приемная решетка; *3* — регулирующий патрубок; *4* — глухая гайка; *5* — водосточная воронка; *6* — хомут; *7* — сливной патрубок

...ных местах ендов на расстоянии не более 48 м ... другой.

...плоских кровлях жилых зданий следует предус...ть по одной воронке на каждую жилую секцию, ...их по внутренней продольной оси здания. ...отдельных возвышающихся частях кровель во...не воронки не устанавливают. Сброс воды с этих

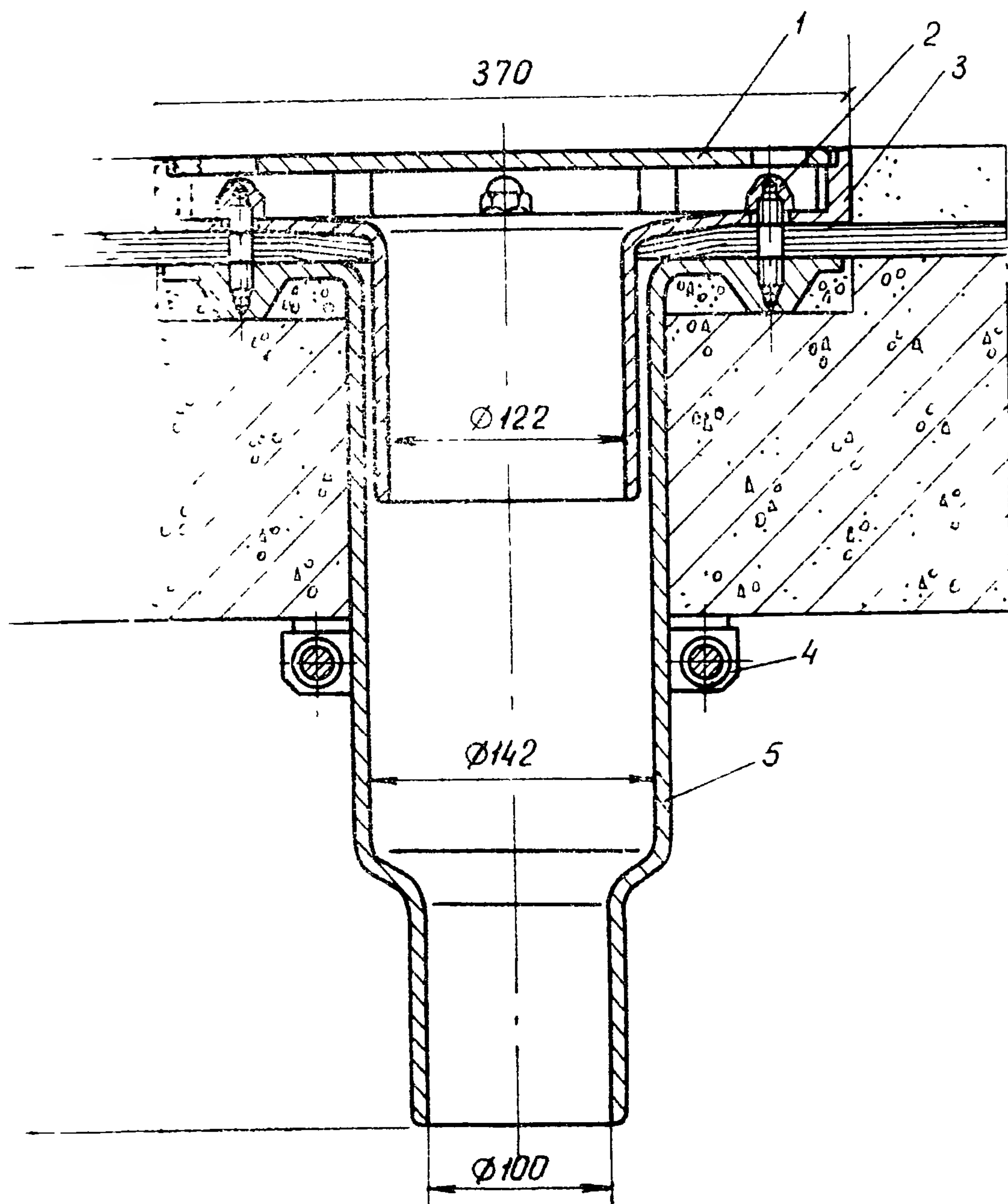


Рис. 41.8. Водосточная воронка Вр10

— приемная решетка; 2 — глухая гайка; 3 — водосточная воронка; 4 — хомут; 5 — сливной патрубок

...стков принимается нижерасположенными воронками. При этом не допускается сброс воды с участков кровель, ...которых происходит подтаивание снега под действием ...утреннего тепла здания, на участки, где подтаивание ...сутствует или идет менее интенсивно.

К одному стояку или к общему подвесному трубо...оводу воронки, расположенные на разных уровнях, ...рисоединяют только в тех случаях, когда площадь, об...служиваемая вышерасположенной воронкой, не превы...шает 100 м² или расход от нее составляет не более ...л/с.

Водосборная площадь, приходящаяся на одну во...досточную воронку, определяется расчетом в зависимо...сти от типа кровли, расчетной интенсивности дождя ...диаметра воронки.

У всех деформационных швов (температурных и оса...дочных) требуется устанавливать две воронки (по обе ...стороны шва). При присоединении этих воронок к одно...му стояку или общему подвесному трубопроводу следу...ет предусматривать возможность некоторого сдвига ...труб, применяя компенсирующие стыки (компенсирующие ...раструбы с эластичной заделкой их) (рис. 41.5), обеспе...чивающие герметичность всех соединений. В этом случае ...патрубок воронки должен быть наглухо прикреплен ...к несущей конструкции покрытия.

Конструкции водосточных воронок принимают в зависимости от назначения здания и конструкции кровли

Рекомендуемые типы водосточных воронок для промышленных зданий приведены на рис. 41.6—41.8; для жилых зданий с плоской неэксплуатируемой кровлей рекомендуется применять воронки типа Вр7м с условным проходом патрубка 80 мм (рис. 41.9). Воронки к подвесным

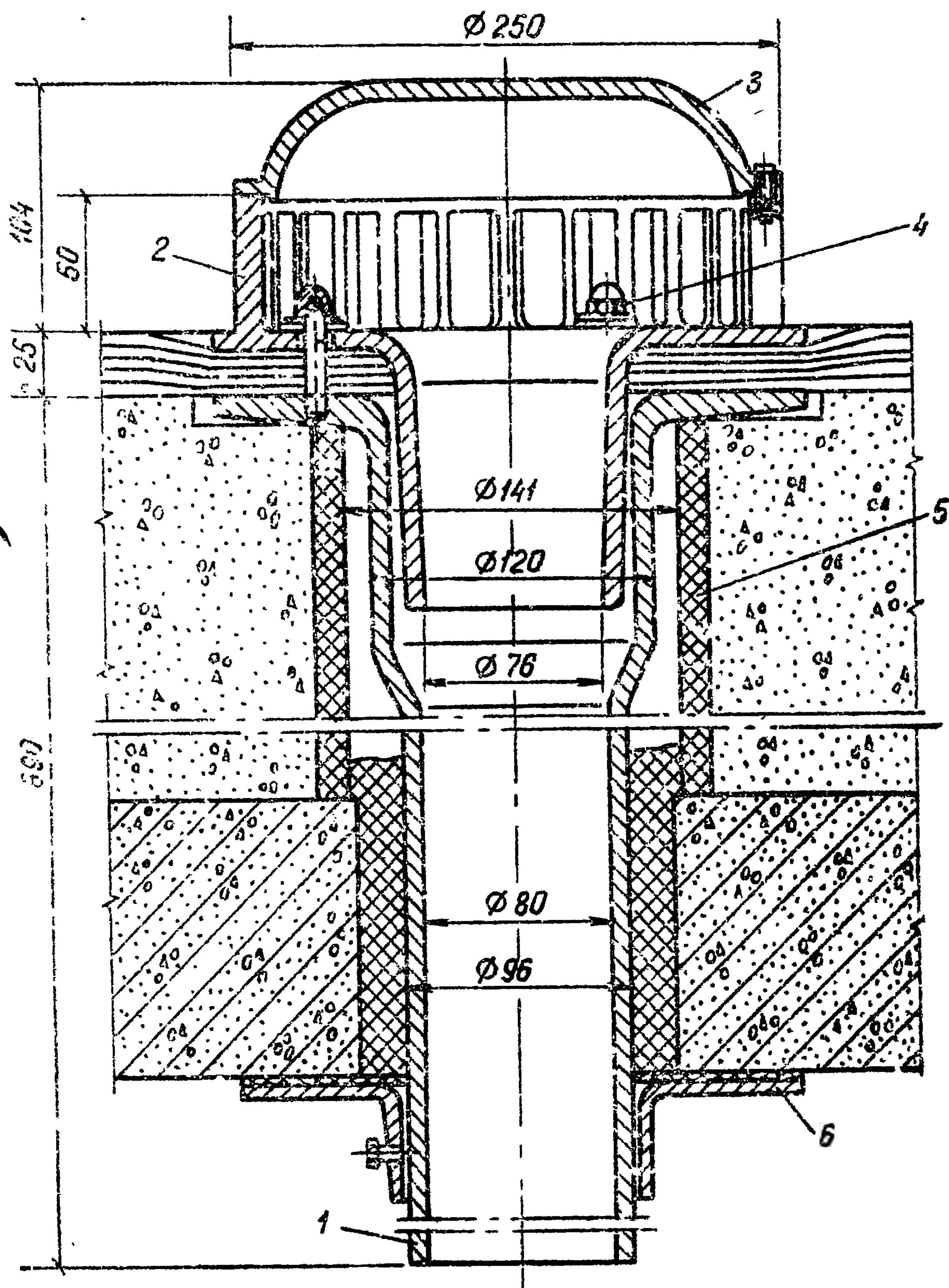


Рис. 41.9. Водосточная воронка Вр7м условным проходом патрубка 80 мм для жилых зданий

1 — сливной патрубок; 2 — приемная решетка; 3—колпак; 4—глухая гайка для крепления решетки; 5 — патрубок из асбестоцементной трубы $d_у = 150$ мм (только для совмещенных покрытий); 6 — фланец

трубопроводам присоединяют отводами и тройниками с полуотводами.

Конструкция соединения воронки с покрытием должна обеспечивать плавный переход от покрытий к воронке, плотное соединение гидроизоляционного ковра с чашей воронки и надежность крепления воронки к конструкции крыши.

41.3. Расчет водостоков

Расчетный расход дождевых вод с водосборной площади определяется по формулам:

а) для плоских кровель (с уклоном менее 3%)

$$Q_{расч} = \frac{F\,q_{20}}{10\,000}; \qquad (41.1)$$

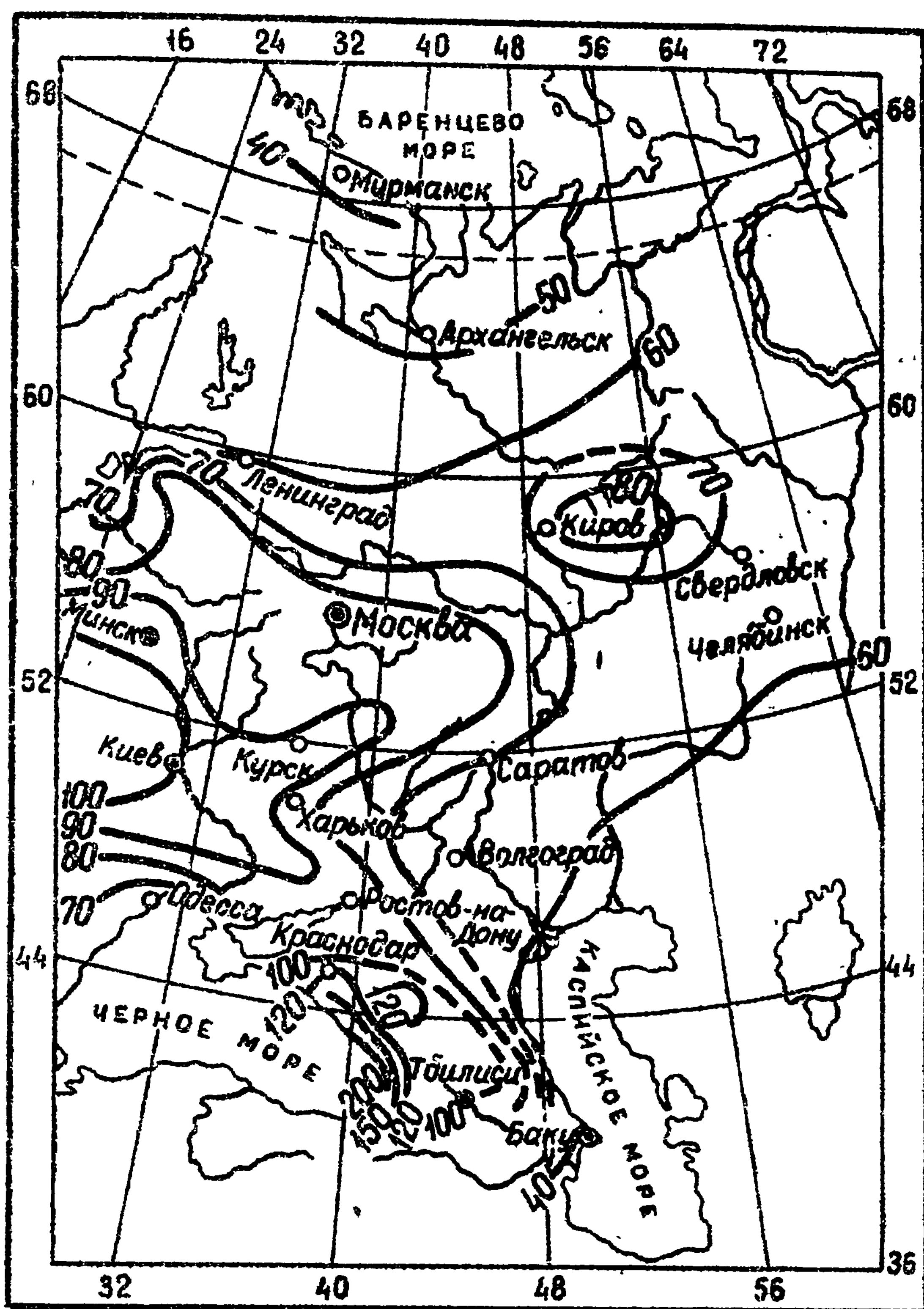


Рис. 41.10. Значения q_{20} для европейской территории СССР

б) для скатных кровель (с уклоном более 3%)

$$Q_{\text{расч}} = \frac{F\, q_5}{10\,000}, \tag{41.2}$$

где $Q_{\text{расч}}$ — расчетный расход дождевых вод, л/с;

F — водосборная площадь, м²;

q_{20} — интенсивность дождя, л/с, продолжительностью 20 мин с 1 га для данной местности при периоде однократного превышения расчетной интенсивности, равной 1 году (рис. 41.10);

q_5 — интенсивность дождя, л/с, продолжительностью 5 мин с 1 га (для данной местности) при периоде однократного превышения расчетной интенсивности, равной 1 году, определяемая по формуле

$$q_5 = 4^n\, q_{20}, \tag{41.3}$$

где n — параметр, принимаемый по рис. 41.11.

Систему внутренних водостоков рассчитывают, как правило, по самотечному режиму. Пропускную способность самотечных трубопроводов следует определять из условия их наполнения, равного 0,8 диаметра.

Расчетный расход дождевых вод с водосборной площади, приходящейся на водосточный стояк или одну водосточную воронку, не должен превышать следующих величин:

Диаметр водосточного стояка или воронки, мм	80	100	125	150	200 (для стояка)
Расчетный расход, л/с	5	10	20	35	80

Примечание. Расчетный расход для стояка с одной воронкой, присоединяемого непосредственно к наружной дождевой сети выпуском длиной не менее 4 м, определяется из условия работы стояка в напорном режиме.

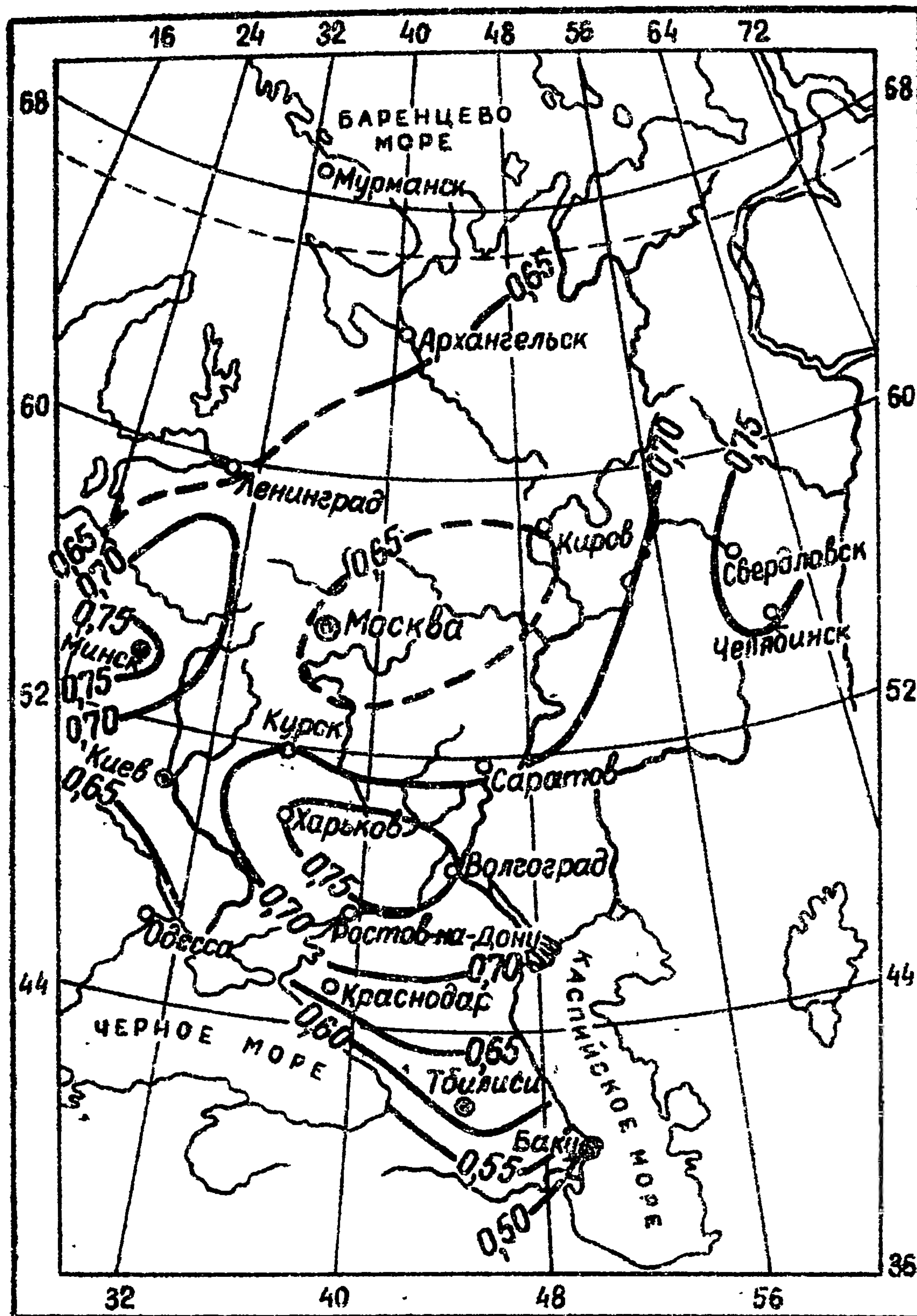


Рис. 41.11. Значения параметра n для европейской территории СССР

Для районов, для которых интенсивность дождя q_{20} не может быть определена по рис. 41.10, применяют формулу

$$q_{20} = 0{,}071\, H \sqrt{d_{\text{в}}}, \tag{41.4}$$

где H — среднегодовое количество атмосферных осадков за многолетний период, мм;

$d_{\text{в}}$ — средний дефицит влажности (за период не менее пяти лет), определяемый по местному количеству жидких атмосферных осадков, мм рт. ст.

Значение $d_{\text{в}}$ определяется по формулам:

$$d_{\text{в}} = \frac{\Sigma\, dh}{\Sigma h}; \tag{41.5}$$

$$d = E_{\text{н}} - E_{\text{ф}}, \tag{41.6}$$

где d — среднемесячный дефицит влажности, мм рт. ст.;

$E_{\text{н}}$ — упругость водяных паров, соответствующая полному насыщению воздуха при среднемесячной температуре, мм рт. ст.;

...тическая среднемесячная упругость водяных паров (абсолютная влажность), мм рт. ст.;
...среднемесячное количество атмосферных осадков, мм.

...ния среднемесячных температур, величин H, ... рекомендуется принимать по данным главы «Строительная климатология и геофизика. Основные положения проектирования», климатологическим ...никам или данным метеослужб.

...определении расхода дождевых вод с водосборной площади следует дополнительно учитывать расход воды, стекающей с примыкающих вертикальных ..., вычисляя этот расход по указанным выше формулам с коэффициентом 0,4.

...ксимально допустимые площади водосбора на одну водосточную воронку для плоской кровли и значения ... ведены в табл. 41.2.

ТАБЛИЦА 41.2

...ИМАЛЬНО ДОПУСТИМАЯ ВОДОСБОРНАЯ ПЛОЩАДЬ ...ДНУ ВОРОНКУ ДЛЯ ПЛОСКОЙ КРОВЛИ И ЗНАЧЕНИЯ ... ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВЕЛИЧИНАХ q_{20} И ПАРАМЕТРА n

Водосборная площадь, м², при диаметре воронки, мм				Значения q_5, л/с, с 1 га при различных параметрах n						
80	100	125	150	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75
1250	2500	—	—	75	80	86	92	98	103	113
1000	2000	—	—	93	100	107	115	123	133	142
830	1670	—	—	112	120	128	138	148	159	170
710	1430	2860	—	131	140	150	161	172	186	198
625	1250	2500	—	149	160	171	184	197	212	226
556	1160	2320	—	168	180	193	207	221	239	255
500	1000	2000	3500	187	200	214	230	246	265	283
455	910	1820	3180	206	220	235	253	271	292	311
420	840	1680	2940	224	240	257	276	295	318	340
385	770	1540	2695	243	260	278	299	320	345	368
360	720	1440	2520	262	280	300	322	344	371	396
335	665	1330	2330	280	300	321	345	369	398	425
315	625	1250	2190	299	320	342	368	394	424	453
295	590	1180	2065	317	340	364	391	418	451	481
280	560	1120	1960	336	360	385	414	443	477	502
265	530	1060	1855	354	380	407	437	467	504	538
250	500	1000	1750	373	400	428	460	492	530	566

Максимальный (критический) расход, который пропускает система без повышения уровня воды над воронкой при напорном режиме, следует определять по формуле

$$Q_{кр} = \sqrt{\frac{H}{S_0}}, \qquad (41.7)$$

где $Q_{кр}$ — критический расход, л/с;
H — располагаемый напор, м;
S_0 — полное сопротивление системы, м·с²/л².

При расчете системы по напорному режиму располагаемый напор H в системе следует принимать равным разности геометрических отметок кровли у воронки и выпуска или оси самотечного трубопровода.

Полное (суммарное) сопротивление системы определяется по формуле

$$S_0 = Al + A_м \Sigma \xi, \qquad (41.8)$$

где A — удельное сопротивление трению;
l — длина трубопровода, м;
$A_м$ — удельное местное сопротивление;
$\Sigma\xi$ — сумма коэффициентов местных сопротивлений в системе (включая вход в воронку и выпуск).

Для трубопроводов с различными диаметрами на отдельных участках величины S_0 необходимо вычислять для каждого участка, а затем суммировать их.

Удельные сопротивления трения принимают в зависимости от диаметра фасонных частей:

Внутренний диаметр фасонных частей, мм	75	80	100	125
Удельные местные сопротивления $A_м$	0,0026	0,002	0,00083	0,00034

Внутренний диаметр фасонных частей, мм	150	200	250
Удельные местные сопротивления $A_м$	0,000165	0,000052	0,000021

Конструкция водосточной системы должна обеспечивать при минимальных диаметрах труб пропуск расчетного расхода воды с принятой водосборной площади, т. е. должно быть соблюдено условие: $Q_{расч} \leq Q_{кр}$. Минимальный диаметр трубопроводов должен быть не менее диаметра патрубка воронки. В системах с несколькими воронками условие $Q_{расч} \leq Q_{кр}$ должно быть выдержано по отношению к каждой воронке.

41.4. Сети водостоков

Внутренние водостоки, как правило, устраивают в виде подвесных сетей, отводящих дождевые воды от воронок к стоякам с учетом технологии производства. Не разрешается прокладывать подвесные трубопроводы над оборудованием и изготовляемой продукцией, не допускающими попадания на них влаги. Если по условиям технологии производства устройство подвесных водостоков невозможно, принимают подземную прокладку водосточных сетей и выпусков.

Подземные водосточные сети служат для отвода дождевых вод от водосточных стояков или для объединения нескольких стояков с устройством одного выпуска. Отводные трубы от стояков, расположенных у колонн здания, обычно прокладывают выше фундаментов колонн; при необходимости прокладки ниже фундаментов

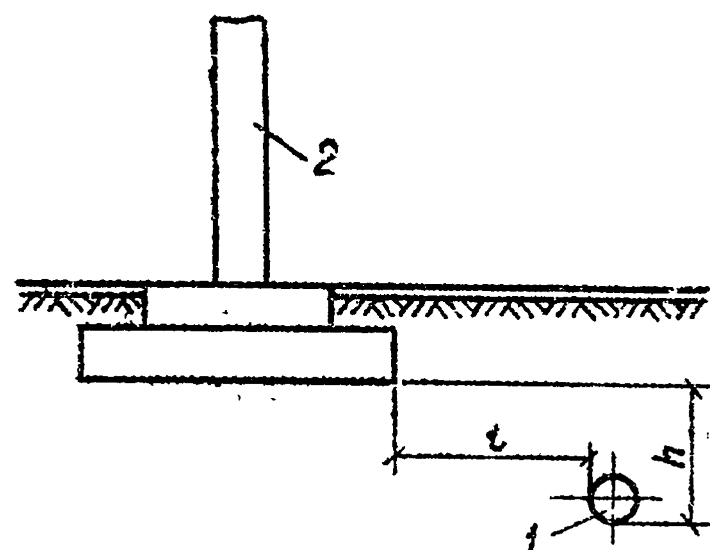


Рис. 41.12. Прокладка подземной водосточной сети вдоль колонн

1 — водосточная труба; *2* — колонна

колонн отводные трубы следует располагать от грани фундаментов на расстоянии l, равном не менее двойной разности ($2h$) между глубиной заложения фундамента колонн и глубиной прокладки трубопроводов (рис. 41.12).

В жилых, общественных и производственных зданиях отводные трубопроводы от воронок можно прокладывать в чердачных помещениях, технических этажах, подвалах, подпольях и в грунте.

Минимальные уклоны отводных трубопроводов следует принимать равными: для подвесных трубопроводов 0,005; для подпольных трубопроводов — по табл. 38.3.

Стояки водостоков в отапливаемых помещениях рекомендуется располагать вдали от наружных стен для обеспечения естественной вентиляции стояков и во избежание обледенения воронок и верхних участков водосточных стояков.

Водосточные стояки устанавливают у стен, перегородок или колонн из расчета уменьшения длины прокладки подземной водосточной сети в здании. Стояки располагают открыто или в бороздах стен, в коробах и шахтах, предусматривая у ревизий открывающиеся дверки. Замоноличивание стояков в блоки или стеновые панели не допускается.

В жилых зданиях стояки внутренних водостоков, как правило, располагают в лестничных клетках у стен, не смежных с жилыми комнатами, с минимальным числом изгибов и поворотов.

В общественных зданиях стояки внутренних водостоков можно размещать в лестничных клетках, коридорах и подсобных помещениях.

На водосточном стояке должна быть установлена ревизия на высоте 1 м от пола, а при наличии отступов — также над отступами.

Для прочистки подпольной водосточной сети ревизии или прочистки размещают в местах изменения направления линий более чем на 15° и на прямых участках на расстоянии не более 30 м одна от другой. Ревизии следует устанавливать в ревизионных колодцах.

Для прочистки сети внутренних водостоков устанавливают ревизии, прочистки и смотровые колодцы.

На прямолинейных участках подвесных трубопроводов принимают следующие наибольшие расстояния между ревизиями:

Диаметр трубопровода, мм	75—150	200 и более
Наибольшее расстояние между прочистными устройствами, м	20	25

Ревизии и прочистки размещают в местах, удобных для их обслуживания.

В производственных и общественных зданиях, в которых позволяют условия эксплуатации, для прочистки подпольных трубопроводов устраивают смотровые колодцы на расстоянии не более 40 м один от другого.

Выпуски внутренних водостоков допускается присоединять к наружным сетям как без перепада, так и с перепадом.

Стояки внутренних водостоков монтируют из чугунных канализационных, чугунных напорных, асбестоцементных напорных и пластмассовых труб в зависимости от схемы размещения внутренних водостоков, высоты и назначения здания.

Подвесные трубопроводы собирают из чугунных канализационных, стальных, асбестоцементных и пластмассовых труб.

Для прокладки подпольных водосточных сетей используют чугунные канализационные или водопроводные, асбестоцементные, пластмассовые, керамические, бетонные или железобетонные трубы.

Материал труб, фасонные и соединительные части для внутренних водостоков выбирают по табл. 41.3.

Максимальный диаметр подвесных водостоков рекомендуется принимать 300 мм.

ТАБЛИЦА

ТРУБЫ И СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ ЧАСТИ ДЛЯ ВНУТРЕННИХ ВОДОСТОКОВ

Виды и материал труб	Условный проход $D_у$, мм	Назначение
Трубы и фасонные части чугунные раструбные:		
канализационные по ГОСТ 6942.3—69	50—150	Стояки водостоков при давлении в них до 10—15 м вод. ст. (стояки верхних трех этажей)
водопроводные напорные по ГОСТ 5525—61* (классов А и Б)	50—400	Стояки водостоков при давлении в них более 10 м вод. ст.
Трубы керамические раструбные канализационные по ГОСТ 286—64	150—500	Подземные самотечные сети внутренних водостоков промышленных зданий
Пластмассовые трубы — из полиэтилена высокой плотности (ПВП) по МРТУ 6-05-917-67 и ТУ 21-01-279-69 для районов с расчетной температурой (средней наиболее холодной пятидневки согласно главе СНиП II-А.6-72) до —30° С	50—300	Сети внутренних водостоков диаметром до 150 мм, монтируемые с применением соединительных частей; диаметром более 150 мм — с помощью сварки
Соединительные части канализационные по ВСН 6—65:		
поливинилхлоридные (ПВХ) по МН 1427—61 для районов с расчетной температурой до —20° С (монтаж трубопроводов при температуре не ниже 5° С)	50—150	Сети внутренних водостоков, монтируемые с применением соединительных сварных деталей или непосредственно на сварке
фасонные части из винипласта по ТУ 4251—54	100	
Трубы бетонные и железобетонные безнапорные по ГОСТ 6482—71	300—1500	Подземные самотечные сети внутренних водостоков промышленных зданий, раструбные, с заделкой цементом или гладкие с применением железобетонных муфт
Трубы стальные электросварные по ГОСТ 10704—63 (сортамент) и ГОСТ 10705—63 (технические требования) для районов с расчетной температурой (средней наиболее холодной пятидневки согласно главе СНиП II-А.6-72) от —40 до —65° С)	65, 80, 100, 150, 200, 300	Горизонтальные (подвесные) участки внутренних водостоков производственных зданий

Чугунные канализационные трубы используют при креплении подвесной сети к металлическим фермам, где трубы не подвергаются вибрации.

Стальные трубы применяют при креплении подвесной сети к железобетонным фермам, где возможна вибрация. Стальные трубы защищают от коррозии оцинкованием, покрытием битумом и пр.

Для водосточных стояков и отводных трубопроводов следует принимать трубы, выдерживающие гидростатическое давление при засорах и переполнениях. Диаметр стояка, к которому присоединяют один или несколько подвесных трубопроводов, принимается не менее наибольшего диаметра подвесного трубопровода.

Глава 42. СЕТИ КАНАЛИЗАЦИИ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЗДАНИЙ В ОСОБЫХ ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЯХ

42.1. Сети канализации при строительстве в сейсмических районах, на подрабатываемых территориях и в районах набухающих грунтов

...ладке стен и фундаментов сооружений не допу-...жесткая заделка трубопроводов. При пропуске ...ез стены и фундаменты между трубой и кладкой ...димо предусматривать зазоры не менее 10 см при ... в основании песчаных грунтов и 15 см — гли-... грунтов. Не допускается пересечение канализа-...ыми трубопроводами деформационных швов ...

...ри расположении выпуска канализации ниже по-... фундамента на канализационном стояке перед ...ым следует устанавливать компенсатор. Выпуск ...аний рекомендуется прокладывать с наибольшими ...тимыми уклонами.

...тыковые соединения раструбных чугунных труб ...ывают резиновыми уплотнительными кольцами или ...ми эластичными уплотнителями.

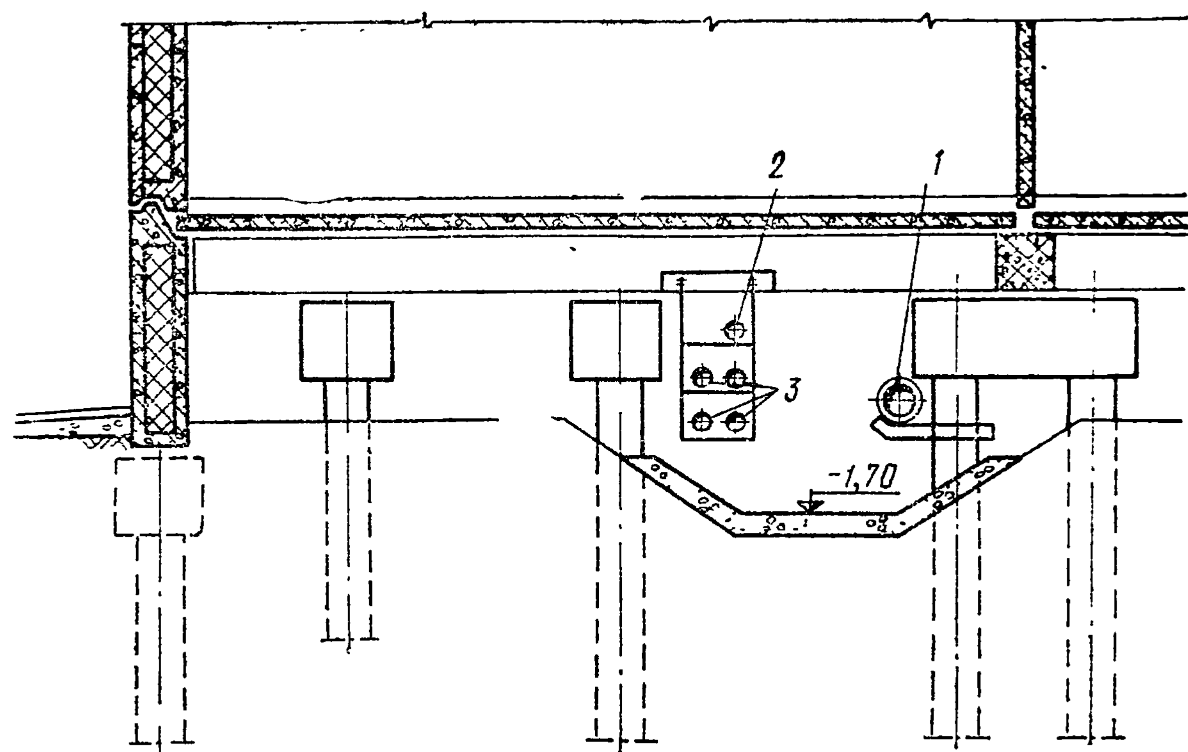
42.2. Сети канализации при строительстве на просадочных грунтах

Напорные и самотечные трубопроводы внутри зда-... так же как и выпуски канализации из зданий в ...товых условиях II типа просадочности, проклады-

ТАБЛИЦА 42.1

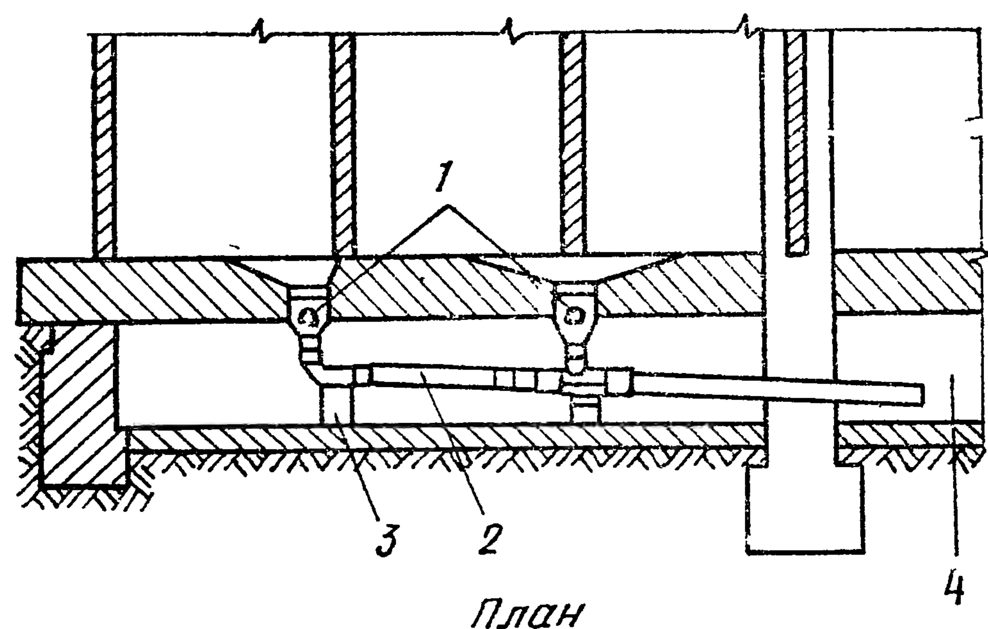
ДЛИНА КАНАЛОВ ДЛЯ ВЫПУСКОВ

...щина слоя ...садочного ...унта, м	Длина канала, м, при диаметре труб, мм		
	до 100	100—300	>300
5—12	5	7,5	10
12	7,5	10	15



...с. 42.1. Прокладка трубопроводов в техническом подполье

— канализационный трубопровод; 2 — водопровод; 3 — трубопроводы горячей воды и отопления



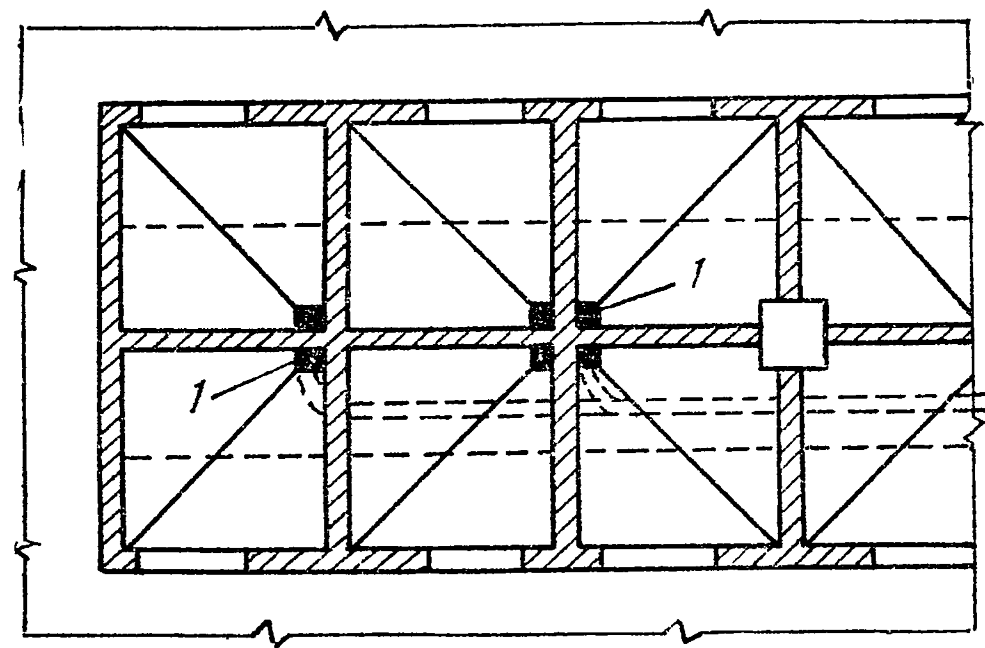


Рис. 42.2 Схема устройства душевых помещений на первом этаже

1 — трап; 2 — канализационная труба; 3 — столбик из кирпича; 4 — полупроходной канал

вают в водонепроницаемых каналах с уклоном 0,02 в сторону выпуска. Канал перекрывают съемными железобетонными плитами.

Длина водонепроницаемых каналов между обрезом фундаментов зданий и колодцем принимается в зависимости от толщины слоя просадочных грунтов и диаметров выпусков по табл. 42.1.

Примечание. При прокладке в канале наружных трубопроводов, к которым присоединяются выпуски, длина каналов для выпусков может быть уменьшена.

Укладка выпусков в глухих футлярах не допускается. Для контроля за утечкой аварийных стоков из трубопроводов, проложенных в каналах, на выпусках устраивают контрольные колодцы диаметром 1 м. Расстояние от дна канала до дна колодца должно быть не менее 0,7 м. Стенки на высоту 1,5 м и днище колодца делают водонепроницаемыми

В грунтовых условиях II типа просадочности грунты основания под колодцы уплотняют на глубину 1 м. Контрольные колодцы рекомендуется оборудовать автоматической сигнализацией, подающей сигналы при появлении воды в колодцах.

При возведении зданий в районах с грунтовыми условиями I типа просадочности, а также на грунтах II типа просадочности при полном устранении их просадочных свойств внутренние сети канализации и выпуски прокладывают как на непросадочных грунтах. Примыкание каналов к фундаментам зданий устраивают герметичным и с учетом возможной неравномерной просадки.

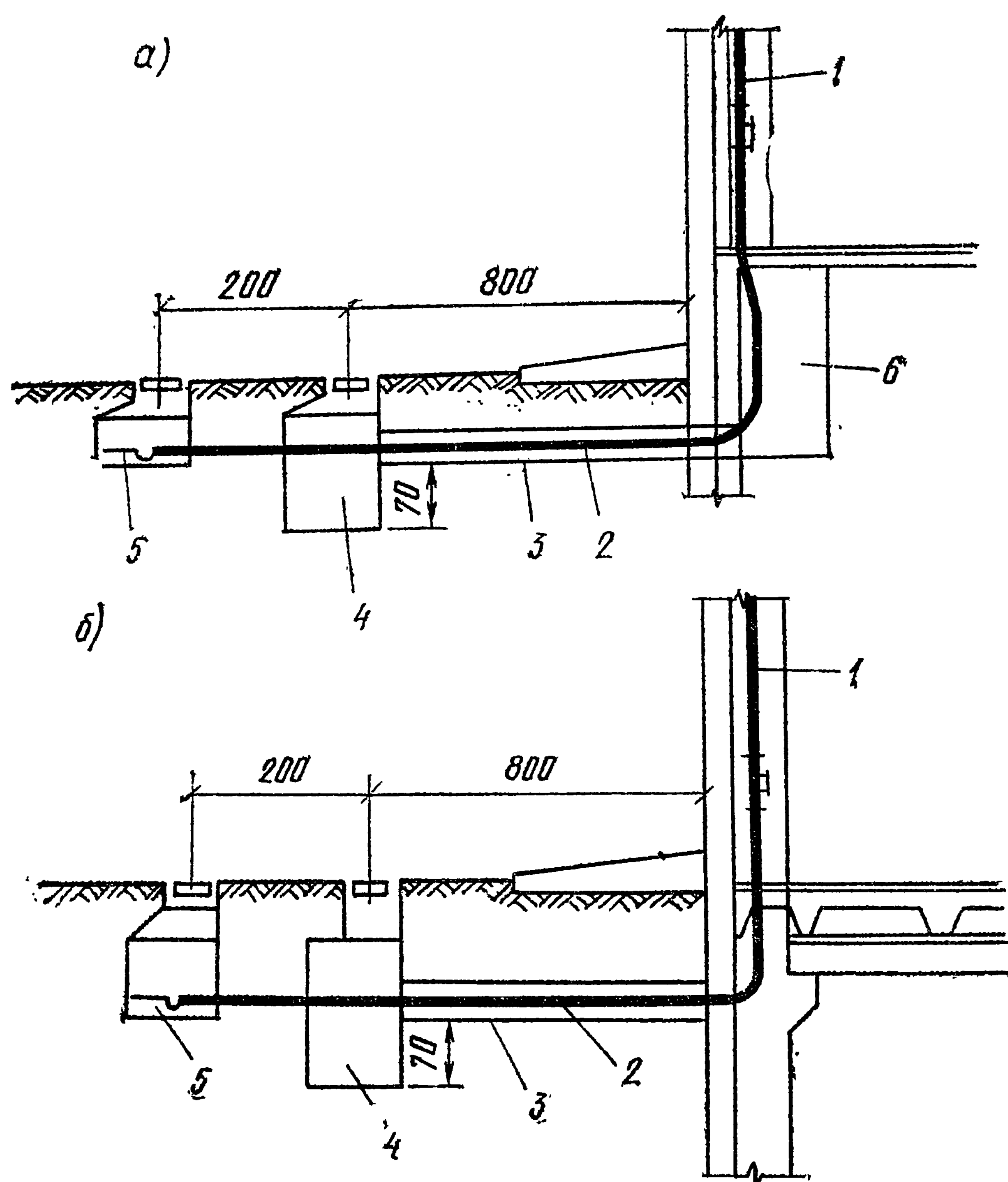


Рис. 42.3. Устройство выпуска водостока

а — в бесподвальном здании; *б* — при наличии подвала; *1* — стояк внутреннего водостока из стальных труб; *2* — выпуск водостока из чугунных труб; *3* — железобетонный канал диаметром 300—600 мм; *4* — контрольный колодец железобетонный; *5* — колодец на ливнесточной сети; *6* — приямок размером 1×1 м

Ниже поверхности пола сети к выпускам присоединяют в водонепроницаемых приямках. Запрещается прокладывать выпуски ниже подошвы фундамента.

В местах прохождения труб через фундаменты последние необходимо заглублять не менее чем на 0,5 м ниже основания трубопровода. В фундаментах или стенах подвалов для прокладки трубопровода предусматривают отверстия или проемы. Расстояние от верха трубы до верха отверстия или проема должно быть равным $^1/_3$ расчетной величины просадки основания здания, но не менее 0,1 м.

Стыковые соединения труб выполняют при помощи резиновых уплотнителей.

Водостоки, как правило, устраивают подвесными. Если по условиям технологии производства устройство подвесных водостоков невозможно, трубопроводы и выпуски прокладывают в каналах, как и другие сети канализации. Допускается устройство водостоков с выпуском на поверхность в железобетонные водонепроницаемые лотки, прокладываемые с уклоном 0,02 до наружных водостоков. При этом грунт под лотками уплотняют на толщину 1 м. Места переходов в пределах тротуаров и переездов перекрывают съемными железобетонными плитами.

Трубопроводы в условиях просадочных грунтов можно прокладывать в технических подпольях (рис. 42.1).

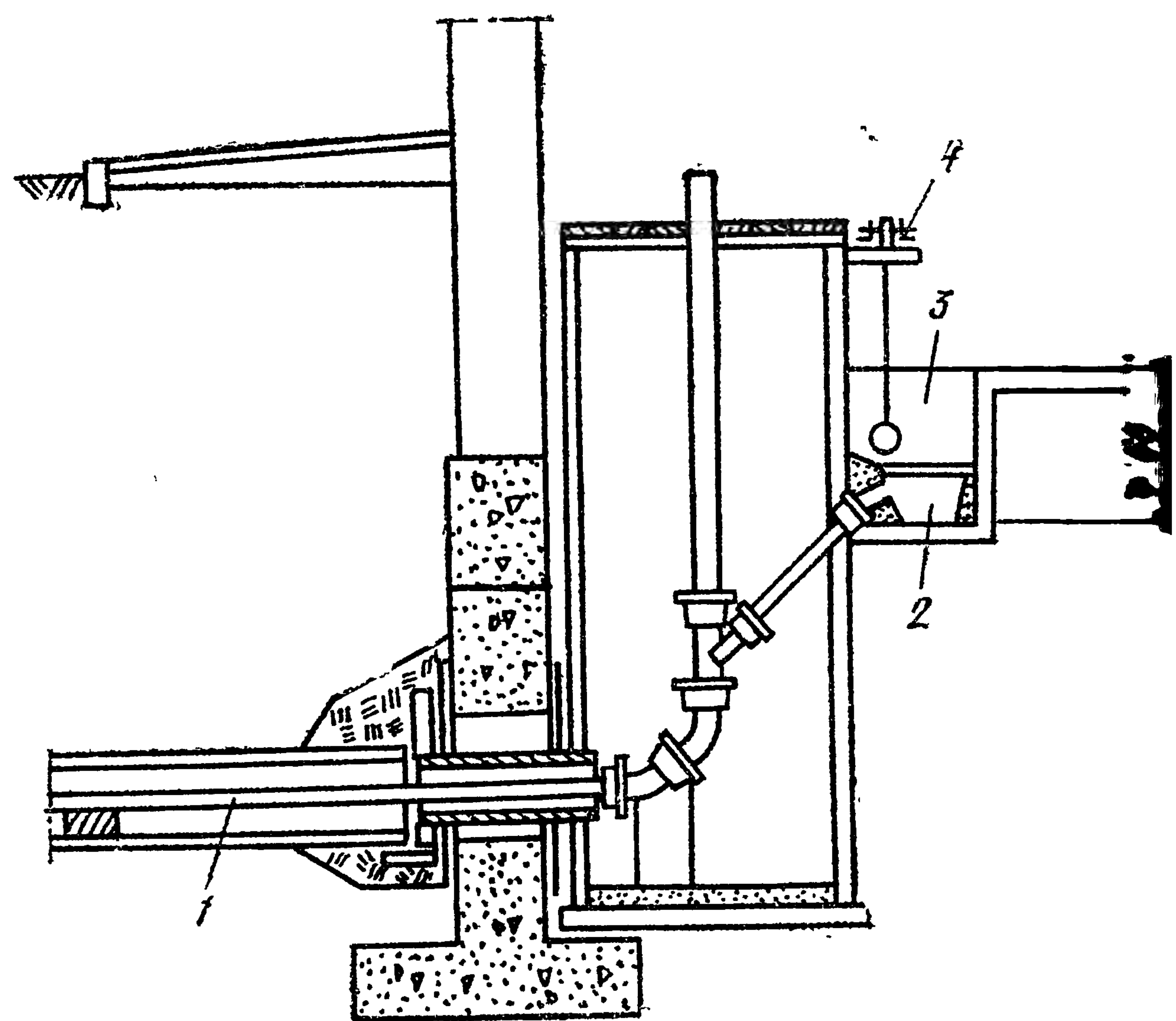


Рис. 42.4. Устройство для удаления аварийных вод из подвала в канализацию

1 — выпуск канализации; *2* — трап; *3* — приямок; *4* — поплавковое реле

Устройство душевых на первом этаже зданий, сооружаемых на просадочных грунтах, приведено на рис. 42.2. Схема выпуска водостока приведена на рис. 42.3.

Пример устройства для удаления аварийных вод из подвала в канализацию показан на рис. 42.4.

42.3. Сети канализации при строительстве в северной строительно-климатической зоне

На канализационных сетях рекомендуется предусматривать минимальное количество выпусков, прокладывая их по возможности в зоне нагрева грунта от трубопроводов горячей воды и теплосети.

Внутренние канализационные сети и выпуски из зданий, сооружаемых по I принципу строительства, рекомендуется прокладывать наземным способом или под землей в вентилируемых непроходных каналах с минимальным расстоянием от начала наземной или канальной прокладки выпусков до стен зданий, равным 6 м.

Подземная прокладка принимается при явной нецелесообразности по архитектурно-строительным или производственным соображениям наземной прокладки.

При строительстве на талых грунтах с глубоким промерзанием зимой применяют бесканальную прокладку подземных сетей и выпусков выше расчетной отметки промерзания грунтов, предусматривая мероприятия по предохранению стоков от замерзания и предотвращению недопустимых деформаций трубопроводов под действием пучения грунтов при замерзании.

При бесканальной прокладке выпусков в сильноувлажненных (льдистых) грунтах необходимо устраивать искусственное основание под трубы (глинобетон слоем 30—40 см и др.).

[illegible] заложения выпусков канализации при бес[illegible] прокладке следует принимать минимальной [illegible]твии с теплотехническим расчетом, но не менее [illegible] верха трубы (из условия наибольшего проявле[illegible]ения).

[illegible] заложения подземных каналов должна [illegible]мальной; допускается заложение каналов за[illegible] поверхностью грунта.

[illegible] всех способах прокладки выпусков следует пре[illegible]вать различные мероприятия по предотвраще[illegible]раживания стоков в соответствии с теплотех[illegible] расчетом:

[illegible]прерывное движение воды в трубах, попуски воды из водопровода или специальных аккумулирующих емкостей;

б) подогрев (добавление теплой воды и др.);

в) изоляция трубопроводов;

г) прокладка трубопроводов в канале с теплосетями или в зоне талого грунта близ теплосетей;

д) обогрев (газом, электрообогрев и др.).

В местах пересечения выпусков и внутренних трубопроводов со строительными конструкциями (стенами, перекрытиями и др.) необходимо предусматривать упругие уплотнения, допускающие осевое и вертикальное перемещение труб.

Глава 43. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

43.1. Общие положения

Проектирование, строительство и эксплуатация газового хозяйства, независимо от ведомственной принадлежности, должны осуществляться в соответствии с «Правилами безопасности в газовом хозяйстве», утвержденными Госгортехнадзором СССР.

Правила безопасности обязательны для газораспределительных сетей и сооружений на них в городах и населенных пунктах, в том числе и в сельской местности. Они распространяются на газовое хозяйство сельскохозяйственных, коммунальных и промышленных предприятий (за исключением заводов черной металлургии, которые должны соблюдать «Правила безопасности в газовом хозяйстве заводов черной металлургии»), коммунально-бытовых объектов, общественных и административных зданий, детских и лечебных учреждений, учебных заведений, предприятий общественного питания, жилых зданий, использующих в качестве топлива газ из магистральных и городских газопроводов или сжиженные газы, а также на газораздаточные станции сжиженных газов.

При составлении раздела «Газоснабжение» были использованы «Правила безопасности в газовом хозяйстве», главы СНиП II-Г.11-66 и СНиП I-Г.8-66, каталоги бытовой аппаратуры на газообразном топливе Главгазмехзаводов Мингазпрома СССР, Государственные стандарты СССР и другие материалы.

43.2. Классификация газопроводов, выбор давления газа перед приборами и расчетные перепады давлений в газовых сетях

Газопроводы на территории городов и населенных пунктов по допускаемому максимальному рабочему давлению газа делятся на газопроводы низкого давления (до 0,05 кгс/см²), среднего давления (от 0,05 до 3 кгс/см²) и высокого давления (от 3 до 12 кгс/см²).

Прокладка газопроводов более высоких давлений (свыше 12 кгс/см²) разрешается при обосновании их необходимости по согласованию с местными органами Госгортехнадзора СССР.

У потребителей давление газа после газорегуляторного пункта (ГРП) и газорегуляторной установки (ГРУ) во всех случаях не должно превышать величины, требуемой для нормальной работы горелок агрегатов.

В газовых сетях жилых домов, общественных и административных зданий, детских и лечебных учреждений, учебных заведений, предприятий общественного питания, объектов коммунально-бытового назначения (парикмахерские, ателье, домовые прачечные, мастерские и др.) допускается использовать газ только низкого давления.

Номинальное давление газа перед бытовыми приборами, устанавливаемыми в зданиях различного назначения, следует принимать в соответствии с табл. 43.1.

Промышленные, сельскохозяйственные и коммунальные предприятия (в том числе отопительные котельные) могут снабжаться газом от распределительных газопроводов низкого, среднего и высокого давления.

В помещениях цехов промышленных предприятий разрешается прокладка газопроводов с давлением до 6 кгс/см². Устройство газопроводов с давлением газа более 6 кгс/см² допускается только в случаях, когда такое давление необходимо по условиям производства.

В помещениях сельскохозяйственных и коммунальных предприятий (бани, фабрики-прачечные, фабрики химчистки, хлебопекарни и др.) разрешается прокладка газопроводов низкого и среднего давления.

В отопительных котельных и коммунальных предприятиях, расположенных в отдельно стоящих зданиях, разрешается прокладка газопровода высокого давления с давлением, не превышающим 6 кгс/см².

Расчетный суммарный перепад в городских сетях низкого давления (от ГРП до наиболее отдаленных горелок) следует принимать как разность между допускае-

ТАБЛИЦА 43.1

НОМИНАЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ ГАЗА ПЕРЕД БЫТОВЫМИ ГАЗОВЫМИ ПРИБОРАМИ

Используемый газ	Номинальное давление, мм вод. ст.
Природные газы чисто газовых и газонефтяных месторождений, смеси сжиженных углеводородных газов с воздухом и другие газы с низшей теплотой сгорания 8000—10 000 ккал/м³	200* 130**
Искусственные и смешанные газы с низшей теплотой сгорания 3500—4500 ккал/м³	130
Сжиженные углеводородные газы с низшей теплотой сгорания 22 000—28 000 ккал/м³	300

* Рекомендуется принимать в проектах при газоснабжении вновь газифицируемых городов, поселков или их микрорайонов, а также районов новой застройки.

** Допускается принимать для ранее газифицированных городов, поселков или их микрорайонов с уже сложившимися системами газоснабжения, имеющими указанное давление перед бытовыми газовыми приборами.

ТАБЛИЦА 43.2

РАСЧЕТНЫЕ ПЕРЕПАДЫ ДАВЛЕНИЯ В ГАЗОПРОВОДАХ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ И ИХ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МЕЖДУ УЛИЧНЫМИ, ВНУТРИКВАРТАЛЬНЫМИ И ДОМОВЫМИ СЕТЯМИ, мм вод. ст.

Номинальное давление используемого газа перед газовыми приборами, мм вод. ст.	Перепад давления от ГРП до наиболее удаленного прибора			Распределение перепада давления между внутриквартальной и домовой сетью			
	всего	в том числе на сеть		многоэтажная застройка		одноэтажная застройка	
		уличную	внутриквартальную и домовую	внутриквартальная	домовая	внутриквартальная	домовая
200	180	120	60	25	35	35	25
130	115	80	35	10	25	20	15

...симальным и минимальным давлениями перед горелками.

...деление суммарного расчетного перепада давле... ...пределение его в сетях низкого давления между распределительными газопроводами, дворовы... ...оводами (внутриквартальными газопроводами ... и внутренними (домовыми) газопроводами ...оводить по табл. 43.2.

...етный перепад давления для внутренних газо... ...цехов промышленных предприятий и котель... ...мают в зависимости от индивидуальных узлов ...вания, допустимого диапазона колебаний теп... ...грузки агрегатов и располагаемого давления в ...ключения.

...имальные потери давления газа во внутренних ...дах промышленных предприятий и котельных ...ны отрицательно сказываться на нормальной ...газогорелочных устройств.

...мендуется принимать расчетную величину пере... ...ления для указанных потребителей в следую... ...делах: в случае расположения ГРП или узла ре... ...зания вне помещения цеха или котельной — до ...имального выходного давления при применении ...кого давления и до 15% при применении газа ... давления; при устройстве узла редуцирования ...щении цеха или котельной нормы допускаемых ... могут быть увеличены для низкого давления до ... для среднего до 25% (включая сопротивление ...ов или измерительных диафрагм и другого газо... ...борудования, установленного после регулятора).

43.3. Гидравлический расчет газопроводов

Расчетные расходы газа Q_p, м³/ч, для внутренних ...проводов с учетом коэффициента одновременности ...еляются по сумме номинальных расходов газа га... ...и приборами или установками, присоединенными ...ному газопроводу:

$$Q_p = \sum_{i=1}^{m} k_0 q_i n_i\,, \qquad (43.1)$$

... — количество типов приборов или групп приборов;

... — коэффициент одновременности для однотипных приборов или групп приборов;

... — номинальный расход газа прибором или группой приборов, м³/ч;

... — количество однотипных газовых приборов или групп приборов.

Номинальные расходы газа приборами и горелочны... ...стройствами следует принимать по паспортным дан... ...или по техническим характеристикам.

Ориентировочные данные по расчетным расходам ... и газа наиболее распространенными приборами ...вого и коммунально-бытового назначения приведе... в табл. 44.1.

Часовые расходы газа на технологические нужды ...унально-бытовых и промышленных предприятий ...дует принимать по паспортным данным или техниче... ... характеристикам установленного оборудования.

Коэффициенты одновременности в зависимости от ...а квартир в жилых зданиях и типов газовых при... ...ов приведены в табл. 43.3.

Гидравлический расчет газопроводов производится ...таблицам или номограммам[1] согласно формулам гла... СНиП II-Г.11-66.

[1] Борисов С. Н. и Даточный В. В. Гидравлические ...четы газопроводов. М., «Недра», 1972.

ТАБЛИЦА 43.3

ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ ОДНОВРЕМЕННОСТИ k_0 ДЛЯ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЧИСЛА КВАРТИР И ТИПА ГАЗОВЫХ ПРИБОРОВ

Число квартир	Значения k_0					
	для одной плиты		для аппарата водонагревательного проточного и плиты		для аппарата водонагревательного емкостного и плиты	
	четырехгорелочной	двухгорелочной	четырехгорелочной	двухгорелочной	четырехгорелочной	двухгорелочной
1	1	1	0,72	0,75	1	1
2	0,65	0,84	0,46	0,48	0,59	0,71
3	0,45	0,73	0,35	0,37	0,42	0,55
4	0,35	0,59	0,31	0,325	0,34	0,44
5	0,29	0,48	0,28	0,29	0,287	0,38
6	0,28	0,41	0,26	0,27	0,274	0,34
7	0,27	0,36	0,25	0,26	0,263	0,3
8	0,265	0,32	0,24	0,25	0,257	0,28
9	0,258	0,289	0,23	0,24	0,249	0,26
10	0,254	0,263	0,22	0,23	0,243	0,25
11	0,25	0,258	0,21	0,22	0,237	0,245
12	0,245	0,254	0,207	0,215	0,232	0,24
13	0,243	0,249	0,2	0,21	0,229	0,236
14	0,241	0,245	0,195	0,205	0,226	0,231
15	0,24	0,242	0,19	0,2	0,223	0,228
20	0,235	0,23	0,181	0,19	0,217	0,222
25	0,233	0,221	0,178	0,185	0,215	0,219
30	0,231	0,218	0,176	0,184	0,213	0,216
35	0,229	0,215	0,174	0,183	0,211	0,213
40	0,227	0,213	0,172	0,180	0,209	0,211
45	0,225	0,212	0,171	0,179	0,206	0,208
50	0,223	0,211	0,170	0,178	0,205	0,205
60	0,22	0,207	0,166	0,175	0,202	0,202
70	0,217	0,205	0,164	0,174	0,199	0,199
80	0,214	0,204	0,163	0,172	0,197	0,198
90	0,212	0,203	0,161	0,171	0,195	0,196
100	0,21	0,202	0,16	0,17	0,193	0,196
400	0,18	0,17	0,13	0,14	0,15	0,152

Примечания: 1. Для коммунальных квартир, укомплектованных несколькими однотипными приборами, при определении расчетных расходов газа принимают такие же коэффициенты одновременности, как и для нескольких квартир, каждая из которых укомплектована одним прибором данного типа.

2. Для квартир, оборудованных плитой бытовой газовой (двух-, трех- или четырехгорелочной) и отопительными печами, коэффициент одновременности принимается как для квартир, оборудованных такой же плитой и водонагревательным емкостным аппаратом.

Потери давления H, мм вод. ст., рассчитывают по следующим формулам.

1. Для газопроводов низкого давления:

а) для ламинарного режима при значениях числа Рейнольдса $Re \leqslant 2000$ и коэффициента гидравлического сопротивления $\lambda = 64/Re$

$$H = 115\,420\,\frac{Q}{d^4}\,l\,\rho\,\nu\,; \qquad (43.2)$$

б) для критического режима при $Re = 2000 \ldots 4000$ и $\lambda = 0{,}0025\,\sqrt[3]{Re}$

$$H = 0{,}0526\,\frac{Q^{2,333}}{d^{5,333}\,\nu^{0,333}}\,\rho\,l\,; \qquad (43.3)$$

ТАБЛИЦА

ТАБЛИЦА ДЛЯ РАСЧЕТА ГАЗОПРОВОДОВ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ

Расчетный расход газа, м³/ч	Потери давления Δ p, кгс/м², и эквивалентные длины $l_э$, м, в трубах стальных водогазопроводных обыкновенных, ГОСТ 3262—62 (при 0° С и 760 мм рт. ст.), при условном проходе**, мм															
	15		20		25		32		40		50		70		80	
	Δp	$l_э$	Δp	$l_э$	Δp	$l_э$	Δp	$l_э$	Δp	$l_э$	Δp	$l_э$	Δp	$l_э$	Δp	$l_э$
Для природных газов, ρ = 0,73 кг/м³ и ν = 14,3·10⁻⁶ м²/с																
0,1	0,019	0,04														
0,2	0,039	0,08	0,011	0,08												
0,5	0,097	0,19	0,029	0,19	0,011	0,19										
1	0,195	0,38	0,051	0,38	0,022	0,38										
1,5	0,36	0,47	0,088	0,58	0,034	0,58	0,011	0,58								
2	0,704	0,43*	0,142	0,64	0,045	0,77	0,014	0,77								
3	1,801	0,38	0,367	0,56*	0,102	0,77*	0,022	1,12	0,012	1,15						
4	3,053	0,4	0,703	0,52*	0,2	0,7*	0,044	1,02*	0,021	1,22						
5	4,613	0,41	1,054	0,54	0,328	0,67*	0,075	0,95*	0,036	1,14*						
6			1,471	0,56	0,456	0,69	0,117	0,87*	0,055	1,07*	0,014	1,51				
7			1,953	0,57	0,603	0,71	0,174	0,92	0,09	1,03*	0,02	1,43				
8			2,498	0,58	0,769	0,73	0,196	0,93	0,101	1,04	0,027	1,37*				
9			3,107	0,59	0,953	0,74	0,242	0,95	0,124	1,07	0,036	1,31				
10			3,779	0,6	1,156	0,76	0,293	0,97	0,15	1,09	0,046	1,35	0,013	1,65		
15					2,443	0,8	0,612	1,05	0,313	1,18	0,09	1,47	0,027	1,8	0,012	2,[illegible]
20					4,18	0,84	1,037	1,1	0,528	1,24	0,151	1,56	0,045	1,92	0,02	2,[illegible]
25							1,566	1,13	0,795	1,29	0,226	1,63	0,067	2,01	0,029	2,[illegible]
30							2,198	1,16	1,113	1,33	0,315	1,68	0,093	2,09	0,041	2,4
40							3,769	1,21	1,9	1,38	0,533	1,77	0,157	2,21	0,069	2,[illegible]
50									2,886	1,42	0,804	1,83	0,236	2,3	0,103	2,[illegible]
60									4,07	1,45	1,127	1,88	0,329	2,38	0,144	2,[illegible]
70											1,502	1,92	0,436	2,44	0,19	2,[illegible]
80											1,929	1,95	0,558	2,49	0,243	2,[illegible]
90											2,408	1,98	0,694	2,53	0,302	2,[illegible]
100											2,938	2	0,844	2,57	0,366	3,[illegible]
125											4,487	2,05	1,281	2,65	0,553	3,[illegible]
150													1,805	2,71	0,776	3,[illegible]
175													2,416	2,75	1,035	3,[illegible]
200													3,113	2,79	1,331	3,[illegible]
250													4,767	2,85	2,029	3,[illegible]
300															2,869	3,[illegible]
400															4,978	3,[illegible]
Для природных газов и смеси природного и искусственного газов, ρ = 0,79 кг/м³ и ν = 15·10⁻⁶ м²/с																
0,1	0,022	0,04														
0,2	0,044	0,07	0,013	0,07												
0,5	0,111	0,18	0,033	0,18	0,012	0,18										
1	0,222	0,37	0,067	0,37	0,025	0,37										
1,5	0,383	0,48	0,1	0,55	0,038	0,55	0,012	0,55								
2	0,75	0,44*	0,151	0,65	0,051	0,73	0,016	0,73								
3	1,966	0,37*	0,391	0,57*	0,109	0,78	0,025	1,1	0,014	1,1						
4	3,33	0,39	0,768	0,51*	0,213	0,71*	0,047	1,04*	0,023	1,24						
5	5,027	0,41	1,151	0,54	0,356	0,66*	0,08	0,96*	0,038	1,15*						
6			1,605	0,55	0,498	0,68	0,123	0,9*	0,059	1,09*	0,015	1,53				
7			2,13	0,57	0,658	0,7	0,168	0,89*	0,087	1*	0,021	1,45*				
8			2,723	0,58	0,839	0,72	0,214	0,92	0,11	1,03	0,029	1,39*				
9			3,386	0,59	1,04	0,74	0,265	0,94	0,136	1,06	0,039	1,3*	0,01	1,86		
10			4,117	0,6	1,261	0,75	0,32	0,96	0,164	1,08	0,047	1,33	0,013	1,8*		
15					2,662	0,8	0,668	1,04	0,342	1,117	0,098	1,45	0,029	1,78*	0,013	2,[illegible]
20					4,551	0,83	1,131	1,09	0,577	1,23	1,165	1,54	0,049	1,9	0,022	2,1[illegible]
25							1,707	1,13	0,868	1,28	0,247	1,61	0,073	1,99	0,032	2,[illegible]
30							2,394	1,16	1,214	1,32	0,344	1,67	0,102	2,07	0,045	2,[illegible]
40							4,102	1,2	2,069	1,38	0,581	1,75	0,171	2,19	0,075	2,5[illegible]
50									3,141	1,42	0,876	1,82	0,257	2,28	0,113	2,[illegible]
60									4,427	1,45	1,228	1,87	0,359	2,36	0,157	2,[illegible]
70											1,636	1,91	0,476	2,42	0,208	2,[illegible]
80											2,1	1,94	0,609	2,47	0,265	2,[illegible]
90											2,62	1,97	0,757	2,52	0,329	2,[illegible]
100											3,196	1,99	0,92	2,55	0,399	3
125											4,879	2,04	1,395	2,63	0,603	3,1
150													1,964	2,69	0,845	3,1[illegible]
175													2,627	2,74	1,127	3,[illegible]

Продолжение табл. 43.4

Потери давления Δp, кгс/м², и эквивалентные длины $l_э$, м, в трубах стальных водогазопроводных обыкновенных, ГОСТ 3262—62 (при 0° С и 760 мм рт. ст.), при условном проходе**, мм

15		20		25		32		40		50		70		80	
Δp	$l_э$	Δp	$l_э$	Δp	$l_э$	Δp	$l_э$	Δp	$l_э$	Δp	$l_э$	Δp	$l_э$	Δp	$l_э$
												3,385	2,78	1,448	3,31
												5,18	2,84	2,206	3,39
														3,119	3,45
														4,901	3,53
Для газообразного пропана, ρ =2 кг/м³ и ν =3,7·10⁻⁶ м²/с															
0,013	0,15														
0,027	0,3														
0,041	0,45	0,012	0,45												
0,07	0,46	0,016	0,59												
0,119	0,44*	0,024	0,65												
0,31	0,37*	0,062	0,57*	0,017	0,78										
0,525	0,39	0,121	0,51*	0,033	0,71*										
1,114	0,42	0,253	0,55	0,078	0,68*										
1,91	0,43	0,43	0,58	0,132	0,72	0,02	0,9								
4,119	0,45	0,913	0,61	0,278	0,77	0,033	0,92	0,017	1,03						
		1,568	0,64	0,474	0,81	0,07	1	0,036	1,12						
		2,394	0,65	0,718	0,83	0,118	1,05	0,06	1,19	0,017	1,48				
		3,391	0,66	1,012	0,85	0,178	1,09	0,091	1,24	0,026	1,55				
		4,557	0,67	1,354	0,87	0,25	1,12	0,127	1,28	0,036	1,6	0,01	1,98		
				1,745	0,88	0,332	1,15	0,168	1,31	0,047	1,65	0,014	2,04		
				2,184	0,89	0,426	1,17	0,216	1,33	0,061	1,69	0,018	2,1		
				2,671	0,9	0,531	1,19	0,268	1,36	0,075	1,73	0,022	2,15		
						0,648	1,2	0,326	1,38	0,091	1,76	0,027	2,19	0,012	2,53
						1,396	1,26	0,699	1,45	0,194	1,87	0,056	2,36	0,024	2,74
						2,421	1,29	1,207	1,49	0,331	1,94	0,096	2,48	0,041	2,89
						3,723	1,31	1,85	1,52	0,505	2	0,145	2,56	0,063	3
						5,301	1,32	2,628	1,54	0,713	2,03	0,204	2,62	0,088	3,09
								4,586	1,57	1,235	2,09	0,35	2,72	0,15	3,22
										1,897	2,13	0,534	2,78	0,228	3,31
										2,698	2,15	0,757	2,83	0,322	3,38
										3,64	2,17	1,017	2,87	0,432	3,44
										4,721	2,19	1,315	2,9	0,557	3,48
												1,651	2,92	0,698	3,52
												2,024	2,94	0,854	3,55
												3,123	2,98	1,314	3,6
												4,458	3	1,87	3,65
														2,524	3,68
														3,275	3,7
														5,069	3,74

* Скачок при переходе от одной формулы к другой.

** Наружные и внутренние диаметры труб, см. табл. I.1 приложения.

в) для турбулентного режима при Re>4000 и $\lambda = 0{,}11\,(K_э/d + 68/\mathrm{Re})^{0{,}25}$

$$H = 7\left(\frac{K_э}{d} + 1922\,\frac{\nu d}{Q}\right)^{0{,}25} \frac{Q^2}{d^5}\,\rho\, l. \qquad (43.4)$$

2. Для газопроводов среднего и высокого давления во всей области турбулентного режима

$$\frac{p_н^2 - p_к^2}{l} = 1{,}45 \cdot 10^{-3}\left(\frac{K_э}{d} + 1922\,\frac{\nu d}{Q}\right)^{0{,}25} \frac{Q^2}{q^5}\,\rho\,, \qquad (43.5)$$

где $p_н$ — абсолютное давление газа в начале газопровода, кгс/см²;

$p_к$ — то же, в конце газопровода, кгс/см²;

l — расчетная длина газопровода, м;

$K_э$ — эквивалентная абсолютная шероховатость стенки трубы, см;

d — внутренний диаметр газопровода, см;

ν — кинематическая вязкость газа при 0° С и давлении 760 мм рт. ст., м²/с;

Q — расчетный расход газа, м³/ч;

ρ — плотность газа при 0° С и давлении 760 мм рт. ст., кг/м³.

Расчетная длина газопровода l с небольшим числом местных сопротивлений определяется увеличением действительной длины газопровода l_1 на 5—10%:

$$l = (1{,}05\ .\ .\ .\ 1{,}1)\, l_1. \qquad (43.6)$$

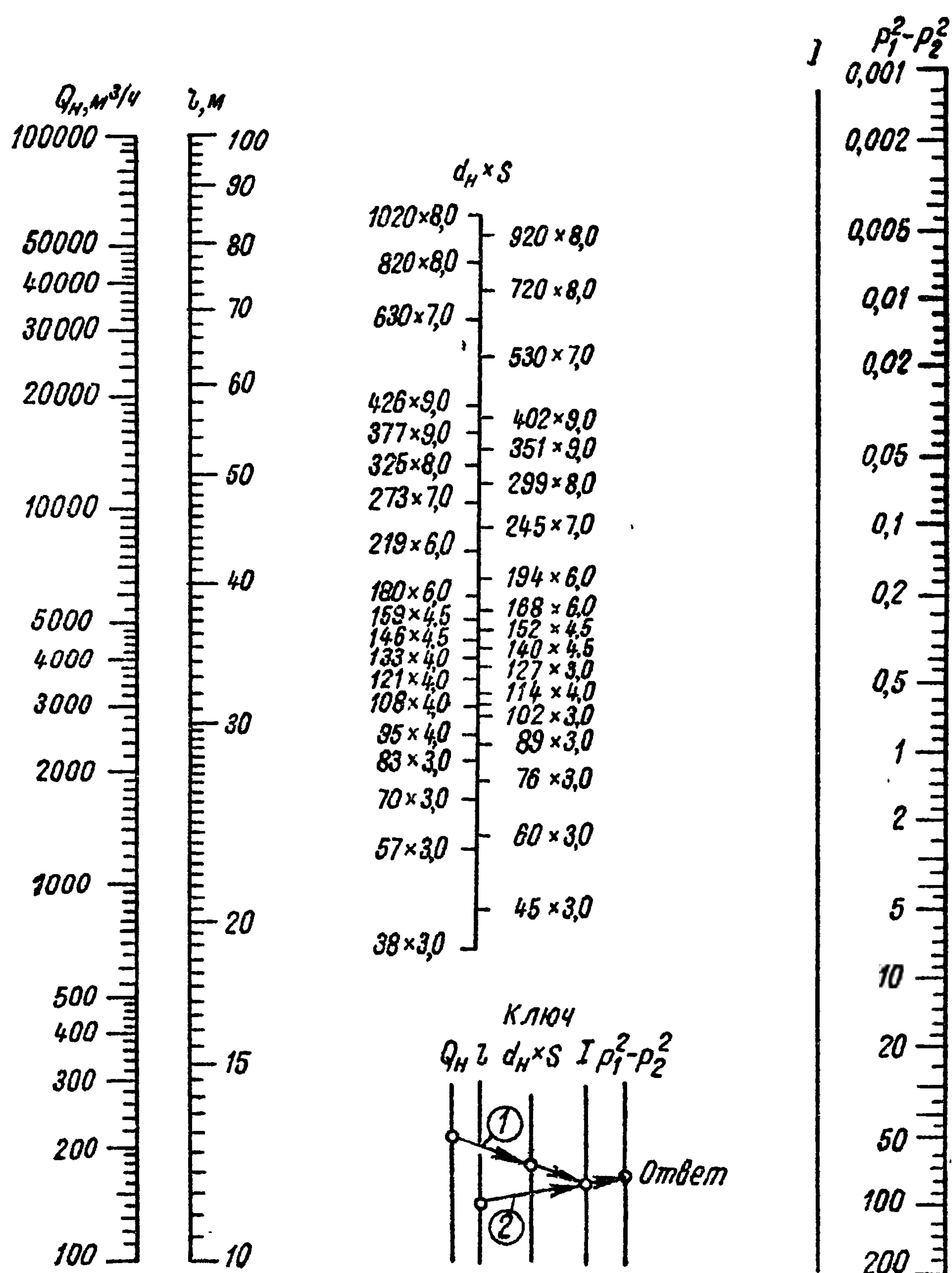


Рис. 43.1. Номограмма для определения потерь давления в газопроводах среднего и высокого давления (до 12 кгс/см²) для природного газа с $\rho=0{,}73$ кг/м³, $\nu=14{,}3\cdot10^{-6}$ м²/с

При расчете газопроводов низкого давления для жилых зданий допускают, что потери давления в местных сопротивлениях пропорциональны потерям давления на прямолинейных участках газопроводов и составляют:

а) на газопроводах от ввода в здание до стояка — 25% линейных потерь;

б) на стояках — 20%;

в) на внутриквартирной разводке при длине разводки 1—2 м — 450%; 3—4 м — 200%; 5—7 м — 120%; 8—12 м — 50%.

При расчете газопровода небольшой протяженности со сложной конфигурацией расчетная длина газопровода, м, определяется по формуле

$$l = l_1 + \Sigma\zeta\, l_{\text{экв}}, \qquad (43.7)$$

где $\Sigma\zeta$ — сумма коэффициентов местных сопротивлений данного участка газопровода;

$l_{\text{экв}}$ — условная длина прямолинейного участка газопровода, м, линейные потери на котором равны потерям давления в местном сопротивлении со значением коэффициента $\zeta=1$.

Эквивалентная длина определяется по таблицам или по номограммам, составленным по следующим формулам в зависимости от режима движения газа:

для ламинарного режима

$$l_{\text{экв}} = 5{,}5\cdot10^{-6}\,\frac{Q}{\nu}; \qquad (43.8)$$

для критического режима

$$l_{\text{экв}} = 12{,}15\,\frac{d^{1{,}333}\,\nu^{0{,}333}}{Q^{0{,}333}}; \qquad (43.9)$$

для всей области турбулентного режима

$$l_{\text{экв}} = \frac{d}{11\left(\dfrac{K_э}{d} + 1922\,\dfrac{\nu d}{Q}\right)^{0{,}25}}. \qquad (43.10)$$

Потери давления и эквивалентные длины наиболее часто употребляемых труб для газопроводов низкого давления следует определять по табл. 43.4, а для газопроводов среднего и высокого давления — по номограммам на рис. 43.1—43.2*.

Коэффициенты местных сопротивлений (приближенное значение) приведены в табл. 43.5.

При расчете газопроводов следует учитывать гидростатический напор $H_г$, кгс/м² (мм вод. ст.), определяемый по формуле

$$H_г = \pm(\rho_в - \rho_г)\,Z, \qquad (43.11)$$

где $\rho_в$ — плотность воздуха, кг/м³;

$\rho_г$ — то же, газа, кг/м³;

Z — разность абсолютных отметок начала и конца рассчитываемого газопровода, м.

При движении газа вверх значение $H_г$ принимают со знаком минус, а при движении газа вниз — со знаком плюс.

Для расчета внутренних газопроводов составляется схема газопровода и предварительно принимаются диаметры труб. В расчетной схеме должны быть указаны длины и принятые диаметры газопровода и приведены фасонные части, запорная арматура и устанавливаемое оборудование.

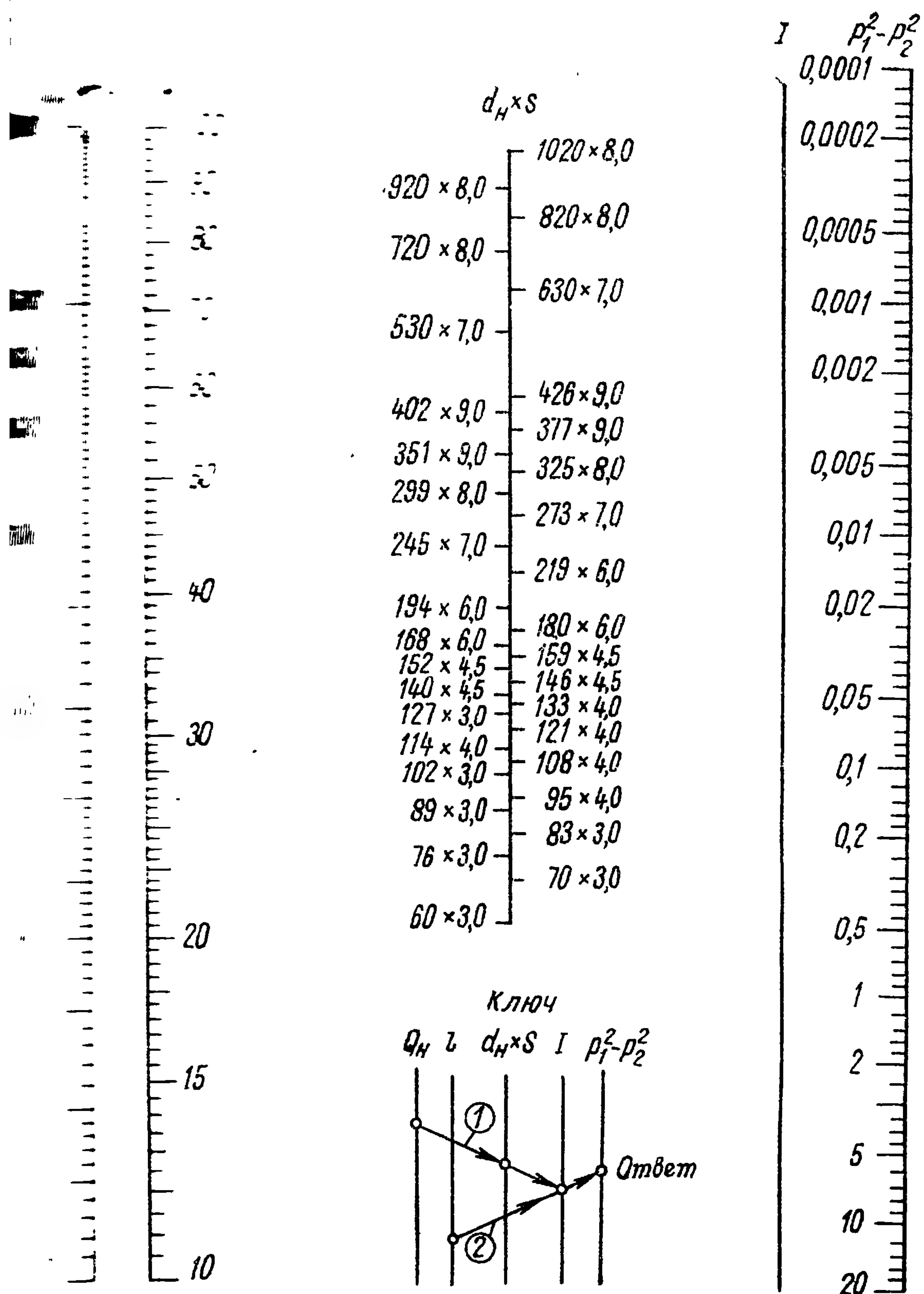
Газопровод разбивают на отдельные расчетные участки, характеризующиеся постоянными расходом газа и диаметром трубы.

Газопровод рассчитывают для наиболее удаленных приборов.

Полученные величины вносятся в расчетный бланк (табл. 43.6).

При расчете газопроводов среднего и высокого давления вместо графы 8 следует ввести три графы: $(p_н^2 - p_к^2)/l$, $p_н$ и $p_к$. Потери давления при этом выражаются в кгс/см².

* Борисов С. Н. и Даточный В. В. Гидравлические расчеты газопроводов. М., «Недра», 1972.



...2. Номограмма для определения потерь давления ...проводах среднего и высокого давления (до ...см²) для газообразного пропана с $\rho=2$ кг/м³, $\nu=3{,}7\cdot10^{-6}$ м²/с

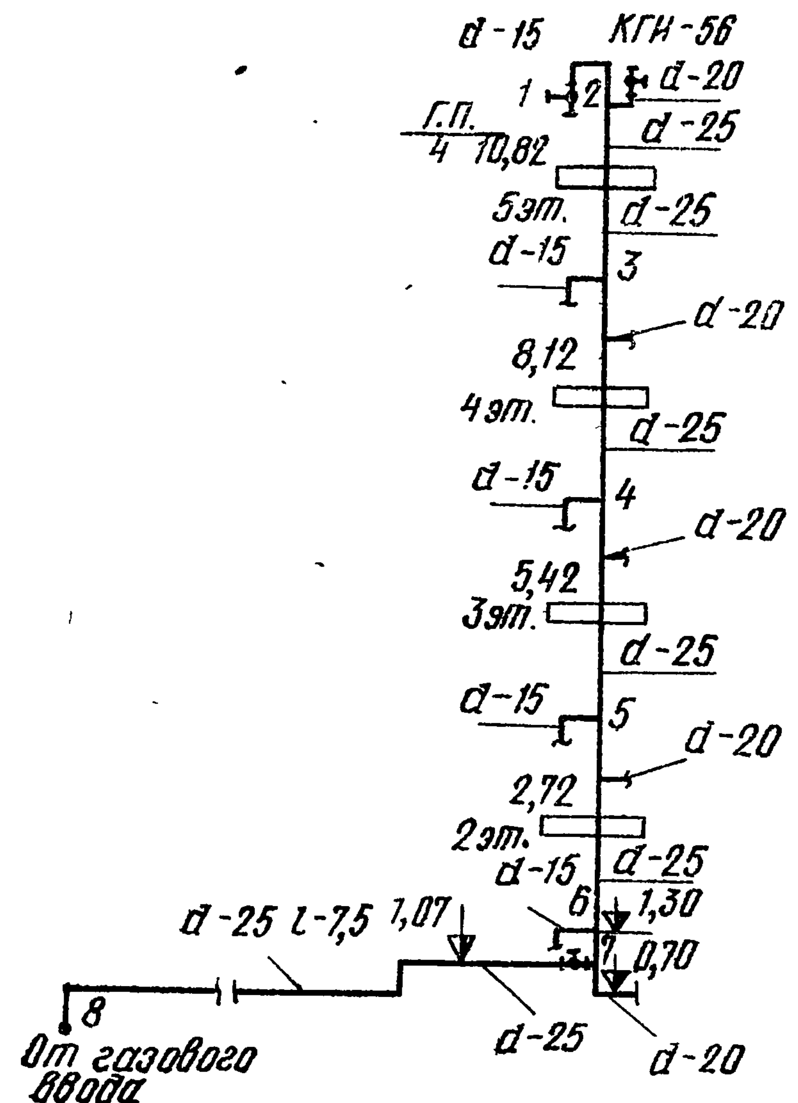


Рис. 43.3. Расчетная схема газового стояка

1—8 — номера участков

ТАБЛИЦА 43.5

КОЭФФИЦИЕНТЫ МЕСТНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ

Местное сопротивление	Значение ζ
...запное сужение в пределах перехода на следую... меньший диаметр по ГОСТ (для участка с мень... диаметром)	0,35
...йник (для участка с меньшим расходом газа):	
...проходной	1
...поворотный	1,5
...стовина (для участка с меньшим расходом ...)	
...проходная	2
...поворотная	3
...вод гнутый 90°	0,3
...льник 90° с d, мм:	
...5	2,2
... .	2,1
...5	2
...0	1,6
... и более	1,1
...н пробочный с $d_у$, мм:	
...5	[illegible]
...0 и более	2
...движка с $d_у$ 50—100 мм	0,5

В том случае, если общие расчетные потери давления в газопроводе будут больше рекомендуемой предельной величины или значительно меньше ее, следует соответственно изменить принятые диаметры газопровода и произвести повторно расчет газопровода нового диаметра.

Пример 43.1. Рассчитать газовый стояк (рис. 43.3) для типового проекта пятиэтажного жилого дома на 119 квартир. Квартиры снабжены газовыми четырехгорелочными плитами и проточными газовыми водонагревателями КГИ-56. Газ природный, плотность $\rho=0{,}73$ кг/м³.

Номинальное давление газа в городской сети 130 мм вод ст.

Решение. Принимаем, что расход природного газа приборами составляет для четырехгорелочной плиты с духовым шкафом 1,13 м³/ч, а для водонагревателя КГИ-56—2,94 м³/ч (см табл. 44.1).

Расчетный расход газа определяем с учетом коэффициентов одновременности (см табл. 43.3). Коэффициенты местных сопротивлений приведены в табл. 43.5

Потери давления и эквивалентные длины стальных водогазопроводных труб определяем по табл. 43.4. При отсутствии в таблице требуемого расчетного расхода определяемую величину находим путем интерполяции.

Расчет проводим для наиболее удаленного прибора — газовой плиты на пятом этаже Определенные величины вносим в расчетный бланк (табл. 43.6).

Потери давления газа в газопроводе от места присоединения к вводу в здание до наиболее удаленного газового прибора на пятом этаже составляют 11,1 мм вод. ст. Гидростатический напор в стояке равен 5,8 мм вод. ст., следовательно, расчетные потери давления в газопроводе составляют 5,3 мм вод. ст., что находится в пределах рекомендуемых величин (см. табл. 43.2).

ТАБЛИЦА [illegible]

РАСЧЕТНЫЙ БЛАНК ГАЗОВОГО СТОЯКА

Расчетный участок	Расчетный расход газа Q, м³/ч	Принятый диаметр газопровода $d_у$, мм	Действительная длина участка l_1, м	Сумма коэффициентов местных сопротивлений $\Sigma\zeta$	Эквивалентная длина участка $l_{экв}$, м	Расчетная длина участка l, м	Потери давления, мм вод. ст. (кгс/м²): на 1 м длины газопровода	на всем участке	Гидростатический напор H, мм вод ст (кгс/м²)	Расчетные потери давления, мм вод. ст. (кгс/м²)	Перечень местных сопротивлений
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1—2	1,13	15	1,5	8,75	0,4	5	0,23	1,2	—	1,2	1 кран (ζ=4), 2 угольника (ζ=4,[illegible] 1 переход (ζ=0,3[illegible]
2—3	3	25	2,1	1	0,77	2,85	0,102	0,3	—	0,3	1 тройник (ζ=1)
3—4	3,8	25	2,7	2	0,7	4,1	0,20	0,8	—	0,8	2 тройника (ζ=2)
4—5	4,3	25	2,7	2	0,68	4,06	0,264	1,1	—	1,1	2 тройника (ζ=2)
5—6	5,1	25	2,7	2	0,68	4,06	0,34	1,4	—	1,4	2 тройника (ζ=2)
6—7	5,4	25	0,23	1	0,68	0,91	0,392	0,4	—	0,4	1 тройник (ζ=1)
7—8	5,7	25	7,5	9,5	0,69	14,1	0,418	5,9	—	5,9	1 тройник поворот[illegible] (ζ=1,5), 3 уголь[illegible] (ζ=6), 1 кран (ζ=2)
1—8								11,1	—5,8	5,3	

43.4. Трубы и арматура

Для сооружения внутренних газопроводов должны применяться стальные трубы и запорная арматура, номенклатура которых приведена в главе СНиП I-Г.8-66.

Для подземных газопроводов должны применяться трубы с толщиной стенок не менее 3 мм, а для надземных — не менее 2 мм.

Соединение труб должно производиться сваркой. Резьбовые и фланцевые соединения допускаются в местах установки отключающих устройств, компенсаторов, регуляторов давления, контрольно-измерительных приборов и другой арматуры, а также при монтаже изолирующих фланцев. Кроме того, резьбовые соединения труб допускаются внутри зданий при монтаже газопроводов низкого давления из узлов, заготовленных на трубозаготовительных заводах или в мастерских.

Для присоединения контрольно-измерительных приборов и приборов автоматики к газопроводам с давлением газа выше 1 кгс/см² должны применяться металлические трубки.

При давлении газа от 0,05 до 1 кгс/см² разрешается присоединять контрольно-измерительные приборы с помощью резино-тканевых рукавов (по ГОСТ 8318—57 типа Б на рабочее давление до 10 кгс/см², ГОСТ 9356—60 типа II на рабочее давление до 6 кгс/см² или по другим соответствующим ГОСТам).

Присоединение контрольно-измерительных приборов к газопроводам низкого давления (до 0,05 кгс/см²) допускается с помощью резиновых трубок, изготовленных из маслобензостойкой резины.

Длина резино-тканевых рукавов резиновых трубок не должна быть более 1 м; их закрепляют на штуцерах газопровода и прибора хомутами.

На отводах к приборам необходимо установить отключающие устройства.

Для монтажа газопроводов и газового оборудования следует применять соединительные и фасонные части, изготовленные из ковкого чугуна или стали.

43.5. Устройство внутренних газопроводов

Газопроводы в зданиях прокладываются открыто в местах, удобных для обслуживания и исключающих повреждения.

Разрешается прокладка газопроводов в бороздах стен, закрывающихся легкоснимаемыми щитами, или в каналах пола промышленных предприятий со съемным несгораемым перекрытием.

Борозды и каналы должны иметь размеры, позволяющие осмотр, ремонт и обслуживание газопроводов. Следует обеспечить вентиляцию борозд и каналов.

Прокладка в каналах запрещается, если по условиям производства возможно попадание в них кислот или других жидкостей, корродирующих газопровод.

Резьбовые и фланцевые соединения, а также арматура на газопроводах, прокладываемых в каналах и бороздах, не допускаются. В каналах совместно с газопроводами разрешается прокладка воздухопроводов и трубопроводов инертных газов, труб водоснабжения и отопления.

Каналы для газопроводов не должны пересекать другие каналы и туннели. Если нельзя избежать пересечения, необходимо устанавливать перемычки и заключать газопровод в футляр. Концы футляра должны быть выведены на 300 мм в обе стороны за пределы перемычки.

В помещениях сельскохозяйственных предприятий

...дка газопроводов с заделкой труб в пол, а также ...тах полов не разрешается.

...зопроводы при пересечении фундаментов, пере... лестничных клеток, а также стен или перегоро... пустотелых или пористых материалов заключа... в футляры, изготовленные, как правило, из сталь... труб. Участки газопроводов в пределах футляра не ...ы иметь стыковых соединений.

...остранство между газопроводом и футляром ...ывается просмоленной прядью с битумом или це...м. Конец футляра должен выступать над полом ...ад лестничной площадкой на 50 мм. Прокладка ...проводов через вентиляционные каналы, воздухово... шахты и дымоходы не допускается.

В зданиях из крупных блоков или из панелей ...скается пересечение газопроводами каналов в бло... и панелях в неработающей части каналов (ниже ...та ввода соединительной трубы для отвода продук... сгорания от газовых приборов или места установки ...тиляционной решетки), при этом газопровод должен ...ть заключен в футляр. Прокладка газопровода тран...том через помещение, где газ не используется, допу...ается только для газопроводов низкого и среднего ...ления при выполнении следующих условий: 1) сое...нения газопровода на сварке; 2) отсутствия какой... арматуры; 3) обеспечения беспрепятственного ...глосуточного доступа эксплуатационного персонала ...омещение.

Не допускается прокладка газопроводов транзитом ...рез помещения подвалов, взрывоопасных производств, ...ктрораспределительных устройств и подстанций, ...адов взрывоопасных и горючих материалов, вентиля...нные камеры, а также через помещения, в которых ...можна повышенная коррозионность труб.

При подводе газопроводов к газопотребляющим ...иборам и агрегатам промышленных и коммунально...товых предприятий и лабораторий допускается за...лка газопроводов в бетонном полу. При этом газо...проводы должны покрываться противокоррозионной ...оляцией. Заделка газопровода в штрабе производится ...тем сплошной заливки бетоном. В местах входа выхода газопровода устанавливаются футляры, вы...тупающие над полом не менее чем на 30 мм. В том ...сте, где газопровод заделан в пол, не должно быть ...порных устройств и резьбовых соединений.

Газопроводы влажного газа должны иметь уклон ...е менее 0,003.

При наличии газовых счетчиков уклон газопровода ...лжен предусматриваться от счетчика к стояку или к ...воду и от счетчика к газовым приборам.

Газопроводы для влажного газа, прокладываемые в ...омещениях с температурой ниже +3° С, должны иметь ...пловую изоляцию.

Внутри зданий в местах прохода людей под газо...оводом последний должен прокладываться на высоте ...е менее 2,2 м.

Взаимное расположение газопроводов и электропро...водов внутри помещений должно удовлетворять сле...дующим требованиям.

1. При параллельной прокладке от открыто проло...женного электропровода или кабеля до стенки газо...провода должно быть не менее 250 мм. При скрытой ...проводке электропровода или прокладке его в трубе это ...расстояние может быть уменьшено до 50 мм, считая ...оответственно от края заделанной борозды или от стен...ки трубы.

2. В местах пересечения газопровода с электропро...водом или кабелем расстояние между ними должно быть не менее 100 мм. Для жилых и общественных зданий допускается пересечение осветительных проводов с газопроводом без зазора при условии заключения электропровода в резиновую или эбонитовую трубку, выступающую на 100 мм с каждой стороны газопровода.

3. Расстояние газопровода от стенки распределительного или коммутационного электрощита или шкафа должно быть не менее 500 мм.

При пересечении газопровода, прокладываемого внутри здания, различными трубопроводами (водопроводом, канализацией и др.) трубы не должны соприкасаться.

Газопроводы, прокладываемые внутри помещения и в каналах, после окончания монтажа и испытаний следует окрашивать масляными или полиэтиленовыми красками в светло-коричневый цвет.

43.6. Отвод продуктов сгорания

Отвод продуктов сгорания газа от газовых водонагревателей и других приборов, требующих отвода газов в дымовую трубу, производится во вновь проектируемых зданиях от каждого прибора по обособленному дымоходу.

В существующих зданиях допускается присоединение к одному дымоходу двух газовых приборов, расположенных на одном или разных этажах.

Вводы продуктов сгорания газа в общий дымоход должны находиться на разных уровнях (не ближе 50 см один от другого). В случае необходимости устройства вводов в дымоход на одном уровне следует сделать в дымоходе рассечку высотой не менее 50 см.

При присоединении к дымоходу двух водонагревателей или печей проверяют достаточность сечения дымохода для пропуска дымовых (уходящих) газов, исходя из условия одновременного пользования приборами.

Дымоходы устраиваются, как правило, во внутренних капитальных стенах здания. При необходимости устройства их в наружных стенах толщина стенки дымохода со стороны наружной поверхности стены должна быть достаточной для предотвращения конденсации влаги в нем. Толщину стенки дымохода определяют расчетом. Температура продуктов сгорания на выходе из него должна быть выше точки росы. При опасности конденсации влаги использование неутепленных дымоходов для отвода продуктов сгорания газа не допускается и требуется их утепление.

Приборы коммунально-бытового назначения (ресторанные плиты, пищеварочные котлы и др.) могут присоединяться как к общему, так и к обособленным дымоходам.

У коммунально-бытовых потребителей при отводе продуктов сгорания от ресторанных плит и других газовых агрегатов допускаются горизонтальные участки дымоходов общей длиной не более 10 м. Для отвода продуктов сгорания разрешается применять стальные дымовые трубы. Вне здания трубы должны быть теплоизолированы.

Стенки у вводов должны быть гладкими и без выступов. На чердаках или в других холодных помещениях дымоходы следует утеплять.

Газовые приборы с дымоходами соединяются трубами из кровельной стали. Площадь сечения труб должна быть не менее площади сечения выходного патрубка газового прибора или установки.

Общая длина горизонтальных участков соединительной трубы во вновь строящихся домах не должна превышать 3 м, а в существующих домах — 6 м.

В соединительных трубах допускается не более трех поворотов, радиус закругления которых должен быть не менее диаметра трубы и уклон в сторону газового прибора или установки не менее 0,01.

Длина вертикального участка соединительной трубы, считая от низа патрубка до оси горизонтального участка, должна быть не менее 0,5 м. В помещениях высотой до 2,7 м для приборов с тягопрерывателями допускается уменьшение вертикального участка до 0,25 м, а для приборов без тягопрерывателей — до 0,15 м.

Дымоходы от газовых отопительных печей, ресторанных плит, кипятильников и других приборов, не имеющих тягопрерывателей, следует оборудовать шиберами (заслонками), позволяющими регулировать тягу в дымоходе.

Шиберы (заслонки) должны иметь сквозные незакрывающиеся отверстия диаметром не менее 15 мм.

Установка задвижек и шиберов на соединительных трубах от водонагревателей к дымоходам запрещается.

Ниже места ввода соединительных труб в дымоход оставляют «карман» с люком для прочистки. Глубина кармана должна быть не менее 250 мм.

В панельных и блочных домах устройство люков в каналах необязательно.

Дымовые трубы выводят на 0,5 м выше конька крыши при расположении их по горизонтали не далее 1,5 м от него; на одном уровне с коньком крыши, если они отстоят на 1,5—3 м от него; ниже конька крыши (но не ниже прямой, проведенной от конька вниз под углом 10° к горизонту) при расположении их от него далее 3 м.

Во всех случаях высота трубы над прилегающей частью крыши должна быть не менее 0,5 м.

Если вблизи дымовой трубы находятся более высокие части здания, строения или деревья, дымовые трубы от газовых приборов и агрегатов выводят выше границы зоны ветрового подпора (пространства, которое находится ниже линии, проведенной под углом 45° к горизонту от наиболее высокой части здания или дерева).

Дымоходы должны быть защищены от воздействия атмосферных осадков.

Величина разрежения (тяги) в дымоходе должна обеспечивать отвод продуктов сгорания от газовых приборов в атмосферу.

Сечения дымоходов и соединительных труб определяют расчетом. Расчет дымоходов приведен во II части «Справочника проектировщика промышленных, жилых и общественных зданий и сооружений». Дымоходы должны устраиваться в соответствии с требованиями главы СНиП III-Г.11-62 «Отопительные печи, дымовые и вентиляционные каналы жилых и общественных зданий. Правила производства и приемки работ».

Глава 44. ГАЗОСНАБЖЕНИЕ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

44.1. Бытовые газовые приборы

Плиты стационарные. Выпускаются плиты бытовые газовые стационарные двух- и четырехгорелочные с духовым шкафом для работы на природном газе и трехгорелочные с духовым шкафом со встроенным баллоном для работы на сжиженном газе. Продукты сгорания газа поступают непосредственно в помещение.

Техническая характеристика и габаритные размеры выпускаемых в настоящее время плит приведены в табл. XIX.1 приложения.

Аппараты водонагревательные проточные. Водонагревательные проточные газовые аппараты предназначены для непрерывного подогрева протекающей воды, потребляемой для бытовых нужд, и могут быть использованы для многоточечного водоразбора.

Все проточные водонагреватели оборудуются автоматикой безопасности, обеспечивающей прекращение подачи газа на основную горелку при отсутствии расхода воды или снижении ее давления ниже минимального, а также при погасании пламени запальной горелки.

Аппараты с тепловой нагрузкой более 8000 ккал/ч должны обязательно присоединяться к дымоходу, обеспечивающему полный отвод продуктов сгорания газа от водонагревателя.

Для предотвращения погасания основной горелки при опрокидывании тяги водонагреватели снабжены тягопрерывателем.

Техническая характеристика и габаритные размеры наиболее распространенных конструкций водонагревателей приведены в табл. XVIII.1 приложения.

Аппараты водонагревательные емкостные. Водонагревательные емкостные газовые аппараты предназначены для систем горячего водоснабжения и отопления квартир и небольших коммунально-бытовых помещений, оборудованных местными системами водяного отопления. Продукты сгорания газа отводят в дымоходы. Аппараты снабжены тягопрерывателями. Водонагреватель АГВ-80М предназначен для отопления квартиры площадью до 50 м², а водонагреватель АГВ-120 — до 100 м².

Техническая характеристика и габаритные размеры водонагревателей приведены в табл. XVIII.2 приложения.

Ориентировочные расходы газа наиболее распространенными бытовыми газовыми приборами приведены в табл. 44.1.

ТАБЛИЦА 44.1

ОРИЕНТИРОВОЧНЫЕ ДАННЫЕ ПО НОМИНАЛЬНЫМ РАСХОДАМ ТЕПЛА И ГАЗА НАИБОЛЕЕ РАСПРОСТРАНЕННЫХ БЫТОВЫХ ГАЗОВЫХ ПРИБОРОВ

Прибор	Тепловая нагрузка, тыс. ккал/ч	Расход газа, м³/ч	
		природного ($Q_н$=8500 ккал/м³)	сжиженного ($Q_н$=22 000 ккал/м³)
Плита бытовая газовая стационарная с духовым шкафом:			
двухгорелочная	5,6—6,2	0,66—0,73	0,255—0,282
трехгорелочная	7,8—8,8	—	0,355—0,4
четырехгорелочная	9,6—10,4	1,13—1,22	0,437—0,472
Аппарат водонагревательный газовый бытовой:			
проточный	18—25	2,12—2,94	0,818—1,136
емкостный АГВ-80М	6	0,71	0,273
емкостный АГВ-120	12	1,41	0,546

Пересчет сопел газовых горелок. Газовое оборудование обычно выпускают для сжигания природного газа, теплота сгорания которого составляет 8500 ккал/м³. При сжигании газа, имеющего другие параметры (давление или теплоту сгорания), следует изменить диаметр выходного отверстия сопла газовой горелки. При переходе на другое давление газа, имеющего ту же теплоту

... новый диаметр выходного отверстия газового ... мм, определяют по формуле

$$d_2 = d_1 \sqrt[4]{\frac{p_1}{p_2}}, \qquad (44.1)$$

... — диаметр выходного отверстия сопла при работе на прежнем расчетном давлении газа, мм;
... — прежнее расчетное номинальное давление газа перед соплом горелки, мм вод. ст.;
... — новое расчетное номинальное давление газа перед соплом горелки, мм вод. ст.

При изменении теплоты сгорания, плотности и дав... газа перед соплом новый диаметр сопла d_2, мм, ...еляют по формуле

$$d_2 = d_1 \sqrt{\frac{Q_2}{Q_1}\sqrt{\frac{p_1 \rho_2}{p_2 \rho_1}}}, \qquad (44.2)$$

... Q_1 — расход газа, имеющего прежнюю теплоту сгорания, м³/ч;
Q_2 — расход газа, имеющего новую теплоту сгорания, м³/ч;
ρ_1 — плотность газа прежнего состава, кг/м³;
ρ_2 — плотность газа нового состава, кг/м³.

44.2. Требования к помещениям, в которых устанавливают газовые приборы

Газовые плиты и таганы (плиты без духовых шка...ов) разрешается устанавливать в кухнях высотой не ...ее 2,2 м, имеющих окно с форточкой, фрамугой или ...рывающейся створкой, и вентиляционный канал.

Объем кухни должен быть не менее 15 м³ для пли...ы на четыре конфорки, 12 м³ для плиты на три конфор... и 8 м³ для плиты или тагана на две конфорки.

Кроме того, если в существующих жилых зданиях ...сота и объем кухни соответствуют нормам, установка ...ит и таганов разрешается:

а) в кухнях, не имеющих вентиляционных каналов; ...этих случаях форточки или фрамуги должны быть ...сположены в верхней части окна;

б) в кухнях без окон при наличии в них вентиля...онных каналов и окон с форточками или фрамугами ...смежных нежилых помещениях, в которые из кухонь ...еются выходы;

в) в коридорах индивидуального пользования при ...ловии, что они имеют окна с форточками или фраму...ми в верхней части.

Между плитой или таганом и противоположной сте...й должен быть проход не менее 1 м.

Кухни, непосредственно сообщающиеся с жилыми ...мнатами, должны иметь дверь или раздвижную пере...родку.

В кухнях, расположенных в подвальных помещени...х без естественного освещения, установка газовых при...ров не разрешается.

Газовые водонагреватели с отводом продуктов сго...ния в дымоходы могут устанавливаться в кухнях квар...р и ванных комнатах, имеющих вентиляционный ка...л. Двери должны открываться наружу.

Объем помещения должен быть не менее 7,5 м³ при ...тановке водонагревателя проточного типа и 6 м³ при ...тановке водонагревателя емкостного типа.

Газовые малометражные отопительные котлы (типа ...НИИСТО-Мч) или емкостные газовые водонагреватели, используемые для отопления, устанавливаются в нежилых помещениях объемом не менее 7,5 м³.

При установке в кухне котла или емкостного водонагревателя объем помещения должен быть на 6 м³ больше необходимого для установки там газовых плит.

Помещения, в которых устанавливаются водонагреватели, должны иметь для притока воздуха решетки сечением не менее 0,02 м² в нижней части двери (стены) или зазоры такой же площадью, которые устраиваются между дверью и полом.

Не разрешается установка водонагревателей в ванных комнатах при номерах гостиниц, домов отдыха, санаториев и др.

Газовые бытовые холодильники могут устанавливаться в кухнях или в вентилируемых коридорах, изолированных от жилых помещений дверями или раздвижными перегородками.

Увеличения объема кухни при установке газового холодильника не требуется.

Кухни пищеблоков, детских, лечебных и учебных заведений, столовых, ресторанов и т. п. должны иметь естественное освещение и постоянно действующую приточно-вытяжную вентиляцию, обеспечивающую не менее чем трехкратный воздухообмен в 1 ч. Кроме специального газового оборудования с отводом продуктов сгорания в дымоход, в этих кухнях допускается применение в качестве вспомогательного оборудования не более двух бытовых газовых плит или таганов. При этом в детских и лечебных учреждениях установка бытовых газовых плит без отвода продуктов сгорания в дымоходы (через зонты) не допускается.

В кухнях, расположенных непосредственно под больничными палатами, аудиториями и классами учебных заведений, а также под фойе, зрительными, обеденными и торговыми залами, можно устанавливать только один газовый прибор — бытовую газовую плиту, не рассчитанную на непрерывную многочасовую работу, газовый кипятильник или проточный водонагреватель. В этих кухнях не допускается установка баллонов сжиженных газов.

Под спальными и групповыми комнатами детских учреждений установка газовых приборов не разрешается.

В зданиях любого назначения топки газифицированных отопительных печей должны располагаться со стороны коридора или другого помещения, не предназначенного для длительного пребывания людей.

Помещения, в которые выходят топки газифицированных печей, должны иметь вентиляционный канал, окно с форточкой или дверь, выходящую наружу, в кухню или в тамбур.

Помещения, в которых устанавливаются газовые камины или калориферы, должны иметь окно с форточкой или вентиляционный канал; отвод продуктов сгорания производится через дымоход.

44.3. Размещение газовых приборов

При размещении газовых приборов должны быть соблюдены следующие расстояния, мм (не менее):

от задней стенки плиты до стены	75
между плитой и противоположной стеной (проход)	1000
» выступающими частями плиты и водонагревателями (по горизонтали)	100
от плиты или тагана до баллона со сжиженным газом	500
от радиатора отопления или печи до баллона со сжиженным газом	1000
между печью и стеной (проход)	1000

между задней стенкой холодильника и стеной помещения	50
между проточным водонагревателем или малометражным котлом и несгораемой стеной	150
между топкой емкостного водонагревателя или малометражного котла и стеной (проход)	1000

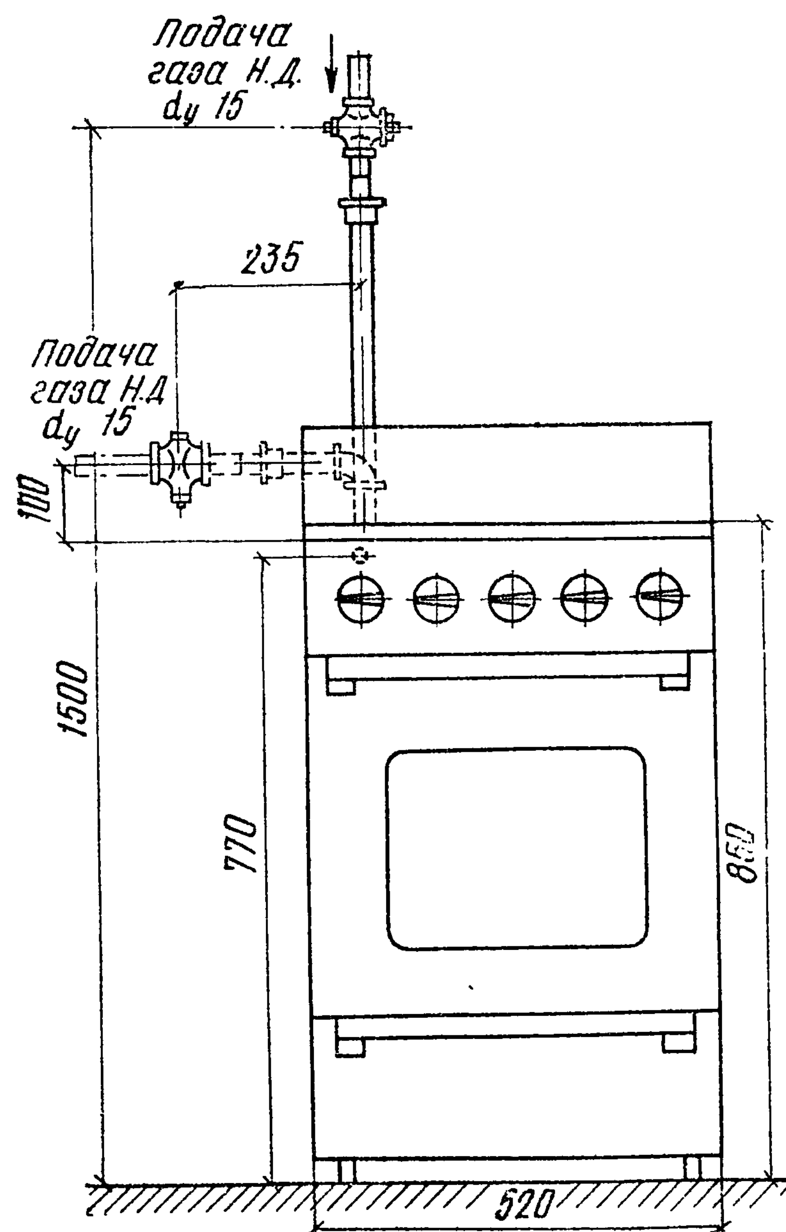
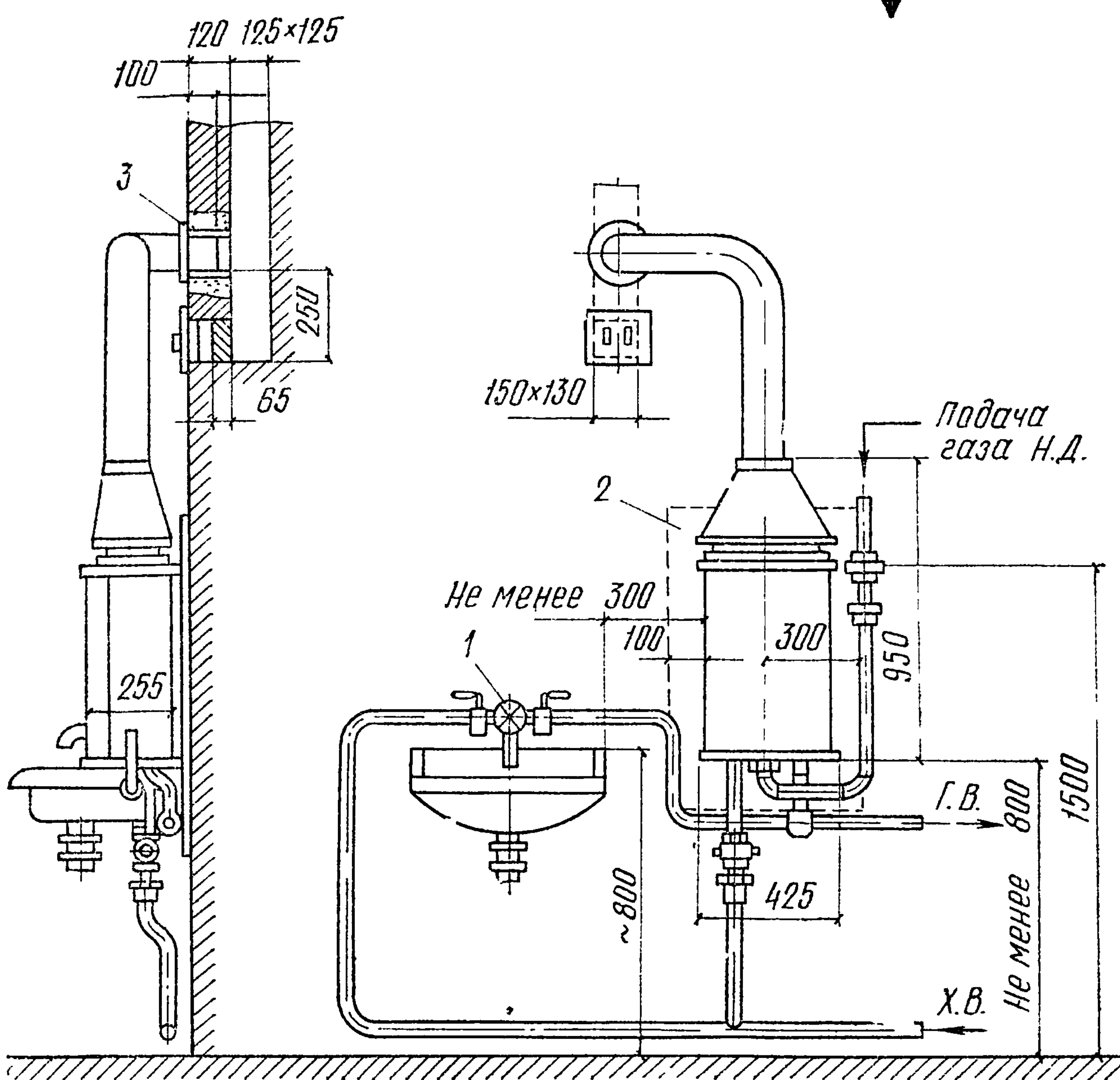


Рис. 44.1. Установка четырехгорелочной бытовой газовой плиты

Рис. 44.2. Установка проточного газового водонагревательного аппарата

1 — смеситель; 2 — защитный лист для трудносгораемой стены; 3 — гофр R5



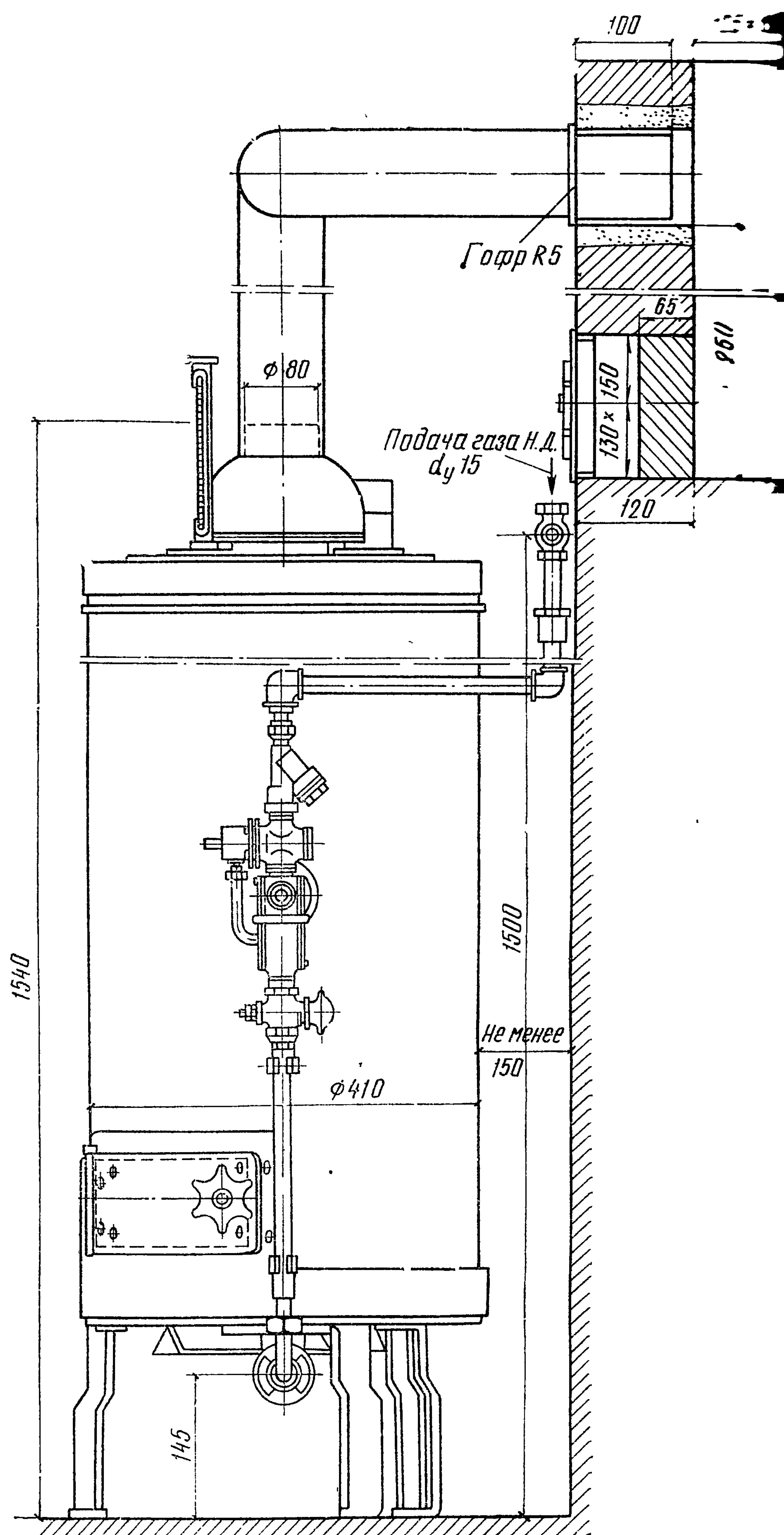


Рис. 44.3. Установка емкостного газового водонагревательного аппарата АГВ-80М

В кухнях с деревянными неоштукатуренными стенами в месте, где устанавливают водонагреватель, плиту или таган, следует предусматривать изоляцию стены штукатуркой, асбофанерой, кровельной сталью по листу асбеста толщиной 3 мм или войлоку, пропитанному глиняным раствором.

Изоляция стены при установке плиты производится непосредственно от уровня пола, а при установке тагана — от нижнего его уровня; она должна выступать на 100 мм в стороны и не менее чем на 800 мм сверху.

Деревянные основания, на которые устанавливают таганы, обивают кровельной сталью по асбесту.

Расстояние от неизолированной боковой стенки духового шкафа до деревянных стенок встроенной мебели должно быть не менее 150 мм.

…ливать проточные водонагреватели на несго… …ах следует с зазором 20 мм.

…становке на трудносгораемых стенах (дере… …тукатуренных) расстояние от стены до водо… …должно быть не менее 30 мм.

…авливать водонагреватели на деревянных не… …енных стенах запрещается. Изоляция стен для … водонагревателей выполняется так же, как …чных.

…ерхность стены для изоляции обивают кровель… …тью по асбесту толщиной 3 мм (обивка должна …ть за габариты корпуса водонагревателя на …

… установке водонагревателя на стене, облицо… глазурованными плитками, тепловую изоляцию …т.

…и установке водонагревателя на деревянном полу …ют противопожарную изоляцию из кровельной …о асбесту.

…зовые счетчики устанавливают в помещениях, обо…нных вытяжной вентиляцией (в местах, исклю…их возможность повреждения счетчика).

…тановка счетчиков в жилых помещениях, ванных …тах, санитарных узлах и лестничных клетках не …кается.

…ля учета расхода газа в коммунально-бытовых и …ственных зданиях газовые счетчики (расходомеры) …ны устанавливаться на общем вводе газопровода …в ГРП. При необходимости учета расхода газа по …м или агрегатам устанавливают дополнительные …чики.

Варианты размещения четырехгорелочной газовой …ты, проточного водонагревателя для ванн, емкост…о водонагревателя АГВ-80М приведены на рис. …—44.3.

44.4. Особенности устройства внутренних газопроводов в жилых и общественных зданиях и на коммунально-бытовых предприятиях

На газопроводах в жилых и общественных зданиях, …етских учреждениях, учебных заведениях, магазинах, …арикмахерских и т. п. отключающие устройства уста…авливают:

а) на вводах в здания;

б) при устройстве от одного ввода двух и более …тояков — на каждом стояке, обслуживающем более …вух этажей;

в) перед счетчиками (при их наличии);

г) перед каждым газовым прибором, печью или …ругим агрегатом.

На газопроводах перед горелками газовых бытовых …риборов, пищеварочных котлов, ресторанных плит, ото…ительных печей и другого оборудования устанавлива…от последовательно два отключающих устройства: одно для отключения всего прибора (оборудования), а вто…рое для отключения отдельных горелок.

Ввод газопроводов в жилые и общественные здания производят через нежилые, доступные для осмотра помещения (лестничные клетки, кухни и коридоры). Допускается устройство вводов непосредственно в помещения, где устанавливают газовые приборы, а также в подвалы зданий без специального технического коридора при условии, что длина прокладываемого по подвалу газопровода не будет превышать 12 м.

Допускается прокладка газопроводов (вводов) в технических коридорах и технических подпольях в соответствии с требованиями «Временных указаний по проектированию внутриквартальных инженерных коммуникаций в коллекторах, технических подпольях и технических коридорах» (СН 338-65).

Вариант открытого цокольного ввода представлен на рис. 44.4.

Рис. 44.4. Вариант цокольного ввода

1 — труба защитная; *2* — шкаф; *3* — футляр; *4* — цементно-песчаный раствор

$d_{у.ввода}$, мм	50	80	100
A, мм	375	500	550

Прокладка газопроводов сжиженного газа в технических коридорах, технических подпольях и подвалах не разрешается.

Газопровод в технических коридорах, технических подпольях и подвалах выполняется на сварке; установка запорной арматуры не разрешается.

Газопровод следует размещать в удобном для осмотра и ремонта месте.

Вводы газопроводов в жилые дома сельского типа должны быть цокольные (наружной прокладки).

Не допускается устраивать вводы газопроводов в машинные отделения, вентиляционные и лифтовые камеры и шахты, помещения складов мусоросборников, электрораспределительных устройств.

Газопроводы в жилых зданиях следует прокладывать открыто.

В жилых зданиях газовые стояки, как правило, прокладываются в лестничных клетках и кухнях. Прокладка стояков в жилых помещениях, ванных комнатах и санитарных узлах не разрешается.

В зданиях на стояках и разводящих газопроводах установка пробок не разрешается. На цокольных вводах газопроводов пробки можно устанавливать только снаружи здания. Пробки должны быть диаметром не более 25 мм.

Газопроводы, прокладываемые в жилых помещениях к отопительным приборам и печам, должны иметь минимальную длину.

Резьбовые соединения на газопроводах, прокладываемых в жилых помещениях, допускаются только у арматуры и горелок.

Газовые счетчики устанавливают в квартирах жилых домов только при наличии отопительных газовых приборов.

Газовые счетчики следует устанавливать в помещениях, оборудованных вытяжной вентиляцией в местах, исключающих возможность повреждения счетчика при открывании дверей, окон и т. п.

Установка счетчиков в жилых помещениях, санитарных узлах, коридорах, лестничных клетках жилых и общественных зданий не допускается.

В зданиях коммунально-бытовых предприятий газовые счетчики (расходомеры), как правило, устанавливают на общем вводе газопровода, а при наличии газорегуляторного пункта — непосредственно в его помещении.

Глава 45. ГАЗОСНАБЖЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

45.1. Основные требования, предъявляемые к газифицируемым цехам и газопотребляющим агрегатам промышленных предприятий

Расстояние между выступающими частями газовых горелок (или арматуры) и стенами или другими частями зданий должно быть не менее 1 м.

Топки и газоходы котлов, печей и других газопотребляющих агрегатов оборудуют взрывными клапанами, которые следует устанавливать в верхних частях топок и газоходов, а также в тех местах, где возможно образование газовых «мешков».

На промышленных печах с отводом продуктов сгорания под зонт или в цех установка взрывных предохранительных клапанов не обязательна.

Взрывные предохранительные клапаны должны располагаться в местах, безопасных для обслуживающего персонала. При невозможности установки взрывных клапанов в таких местах следует предусмотреть защитные устройства на случай срабатывания клапана. Площадь одного взрывного клапана, устанавливаемого на промышленных агрегатах, должна быть не менее 0,05 м^2.

В котлах производительностью от 10 до 60 т/ч общее сечение взрывных предохранительных клапанов, устанавливаемых в верхней части обмуровки котла над топкой, должно быть не менее 0,2 м^2. Для котлов другой производительности число, размеры и сечение взрывных клапанов устанавливаются проектом.

В обмуровке последнего газохода котла, экономайзера и золоуловителя устанавливают не менее двух предохранительных взрывных клапанов общим сечением не менее 0,4 м^2.

Для проветривания топок неработающих котлов в верхней части шиберов, установленных в боровах, предусматривают отверстия. Диаметр отверстий зависит от конкретных условий, но он должен быть не менее 50 мм.

Отвод продуктов сгорания от агрегатов, использующих газ, в общий боров с агрегатами, работающими на других видах топлива, не допускается.

Для существующих объектов, переводимых на газовое топливо, допускается отвод продуктов сгорания в общий боров с агрегатами, работающими на других видах топлива. В этом случае пуск агрегатов на газовом топливе осуществляется при неработающих других агрегатах, а эксплуатация — по соответствующей инструкции, согласованной с органом Госгортехнадзора.

Если промышленные агрегаты переводят на газовое топливо, расчетом проверяют достаточность сечения дымоходов (боровов) для отвода продуктов сгорания газа.

При использовании газовых горелок с принудительной подачей воздуха необходимо обеспечить автоматическое отключение подачи газа в горелки при падении давления воздуха ниже установленного предела.

На агрегатах, имеющих дымососы, предусматривается блокировка, отключающая подачу газа при остановке дымососа.

При газооборудовании промышленных цехов устанавливаются следующие контрольно-измерительные приборы:

манометр для замера давления газа на вводе газопровода в здание;

манометр на газопроводе у каждого газоиспользующего агрегата;

манометр на воздухопроводе у каждого из агрегатов, использующих горелки с принудительной подачей воздуха;

тягомеры для измерения разрежения в топках агрегатов;

приборы для измерения количества расходуемого газа.

Кроме того, следует устанавливать контрольно-измерительные приборы, требующиеся для обеспечения соответствующих технологических режимов или контроля за качеством сжигания газа.

Перед каждым прибором предусматривается отключающее устройство.

Агрегаты, использующие газ, рекомендуется оборудовать газовой автоматикой безопасности и регулирования.

45.2. Особенности устройства внутренних газопроводов промышленных зданий

В цехах промышленных предприятий разрешается прокладка газопроводов давлением до 6 кгс/см^2. Устройство газопроводов давлением от 6 до 12 кгс/см^2 допускается только в случаях, когда такое давление необходимо иметь по условиям производства.

Во всех случаях на промышленных и коммунальных предприятиях давление газа после ГРП (газорегуляторного пункта) или ГРУ (газорегуляторной установки) не должно превышать величины, требуемой для нормальной работы горелок агрегатов, использующих газ.

Газопроводы должны вводиться, как правило, непосредственно в помещение, где находятся агрегаты, использующие газ, или в смежное помещение, соединенное с ним открытым проемом.

На вводе газопровода в помещение устанавливают отключающее устройство в доступном и освещенном месте.

При прокладке газопровода в зоне непосредственного теплового излучения топок производственных агрегатов следует обеспечить тепловую защиту труб.

Газопроводы внутри цехов и котельных должны иметь систему продувочных трубопроводов (свечей)

[illegible]м условного прохода не менее 20 мм, снабжен[illegible] [illegible]ными устройствами.

[illegible]вочные трубопроводы должны быть преду[illegible] от наиболее удаленных (от ввода в цех, ко[illegible] участков газопровода.

[illegible] защиты неработающих газопотребляющих агре[illegible] возможного попадания в них газа газопровод [illegible]вумя ближайшими к горелкам запорными уст[illegible] присоединяется к продувочной свече, или к [illegible]воду безопасности. Газопроводы безопасности могут быть объединены со свечами, устанавливаемыми для продувки газопроводов, имеющих одинаковое давление.

Свечи должны иметь минимальное количество поворотов и выводиться за пределы здания не менее чем на 1 м выше карниза крыши в местах, обеспечивающих безопасные условия для рассеивания газа. Следует исключить возможность попадания в свечи атмосферных осадков. Выводы продувочных линий нужно заземлять при расположении их вне зоны грозовой защиты.

Раздел IX. РАСЧЕТНЫЕ ТАБЛИЦЫ

Глава 46. ТАБЛИЦЫ ДЛЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАСЧЕТА СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ

ТАБЛИЦА 46.1

ДЛЯ РАСЧЕТА ТРУБОПРОВОДОВ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ ПРИ $t_г = 95°$ С, $t_0 = 70°$ С и $k_ш = 0{,}2$ мм

Потери давления на трение на 1 м, кгс/м²	Количество проходящего тепла (при Δ t=1° С), ккал/ч, или проходящей воды, л/ч (верхняя строка), и скорость движения воды, м/с (нижняя строка), по трубам																				
	стальным водогазопроводным (газовым) обыкновенным (ГОСТ 3262—62) условным проходом, мм								стальным бесшовным горячекатаным (ГОСТ 8732—70) наружным диаметром и толщиной стенки, мм												
	10	15	20	25	32	40	50	70	57/3,5	76/3	(83/3,5)	89/3,5	(102/4)	108/4	(114/4)	(127/4)	133/4	(140/4,5)	(152/4,5)	159/4,5	168/5
0,05	7 0,014	11 0,015	24 0,019	47 0,022	100 0,028	145 0,03	279 0,036	531 0,041	249 0,035	602 0,043	770 0,046	927 0,049	1372 0,054	1609 0,056	1903 0,059	2539 0,063	2889 0,065	3355 0,068	4203 0,072	4893 0,075	5576 0,079
0,055	7,58 0,015	12 0,016	26 0,02	49 0,024	105 0,029	153 0,032	293 0,037	560 0,043	261 0,036	636 0,046	813 0,049	978 0,051	1440 0,056	1696 0,059	2022 0,062	2669 0,067	3049 0,069	3552 0,072	4446 0,076	5116 0,078	5830 0,082
0,06	8 0,015	12,5 0,017	27 0,021	52 0,025	110 0,031	160 0,034	307 0,039	589 0,045	274 0,038	669 0,048	852 0,051	1027 0,054	1503 0,059	1784 0,062	2139 0,066	2798 0,07	3203 0,073	3712 0,075	4685 0,08	5330 0,082	6074 0,086
0,065	8,2 0,016	13 0,018	28 0,022	54 0,026	116 0,032	172 0,036	321 0,041	616 0,047	286 0,04	698 0,05	891 0,054	1074 0,057	1576 0,062	1871 0,065	2221 0,069	2927 0,073	3338 0,076	3872 0,078	4922 0,084	5553 0,085	6328 0,09
0,07	8,52 0,017	13,5 0,019	30 0,023	56 0,027	121 0,033	183 0,038	335 0,043	643 0,049	298 0,042	728 0,053	931 0,056	1119 0,059	1644 0,064	1959 0,068	2304 0,071	3056 0,076	3469 0,079	4032 0,082	5114 0,087	5777 0,088	6583 0,093
0,075	8,84 0,017	14 0,019	31 0,024	59 0,028	126 0,035	188 0,04	349 0,044	669 0,051	311 0,043	758 0,055	966 0,058	1157 0,061	1712 0,067	2046 0,071	2386 0,074	3186 0,08	3622 0,082	4192 0,085	5305 0,09	6000 0,092	6837 0,097
0,08	9,15 0,018	14,5 0,02	32 0,025	61 0,029	130 0,036	192 0,041	363 0,046	695 0,053	323 0,045	785 0,057	1002 0,06	1194 0,063	1781 0,07	2113 0,073	2469 0,076	3291 0,082	3749 0,085	4352 0,088	5497 0,094	6231 0,095	7101 0,1
0,085	9,47 0,019	15 0,021	33 0,026	63 0,031	135 0,037	196 0,042	374 0,048	718 0,055	333 0,047	812 0,059	1038 0,063	1231 0,065	1848 0,072	2179 0,076	2551 0,079	3396 0,085	3877 0,088	4512 0,091	5688 0,097	6454 0,099	7355 0,101
0,09	9,78 0,019	15,5 0,021	34 0,027	65 0,032	139 0,039	202 0,043	385 0,049	742 0,057	343 0,048	839 0,061	1066 0,064	1269 0,067	1917 0,075	2246 0,078	2634 0,081	3501 0,087	4001 0,091	4595 0,093	5880 0,1	6635 0,102	7560 0,107
0,095	10,1 0,02	16 0,022	35 0,027	67 0,033	141 0,04	205 0,044	398 0,051	764 0,058	354 0,05	864 0,062	1094 0,066	1305 0,069	1969 0,077	2312 0,08	2716 0,084	3606 0,09	4132 0,094	4777 0,097	6038 0,103	6802 0,104	7750 0,11
0,1	10,4 0,021	16,5 0,023	36 0,028	69 0,034	148 0,041	210 0,045	409 0,052	788 0,06	364 0,051	889 0,064	1122 0,068	1343 0,071	2021 0,079	2379 0,082	2799 0,086	3711 0,093	4259 0,096	4900 0,1	6195 0,106	6962 0,108	7934 0,112
0,11	10,7 0,022	17 0,024	38 0,03	73 0,035	157 0,044	219 0,046	432 0,055	830 0,063	385 0,054	939 0,068	1178 0,071	1418 0,075	2126 0,083	2512 0,087	2951 0,091	3922 0,098	4560 0,103	5175 0,105	6510 0,111	7290 0,112	8308 0,118
0,12	11,1 0,023	17,5 0,025	40 0,031	76 0,037	164 0,045	229 0,048	454 0,059	872 0,067	398 0,057	977 0,071	1234 0,074	1493 0,079	2230 0,087	2645 0,092	3035 0,095	4115 0,103	4860 0,108	5440 0,11	6823 0,116	7619 0,117	8682 0,123
0,13	11,4 0,023	18 0,026	42 0,033	80 0,039	172 0,047	239 0,05	475 0,061	910 0,07	422 0,059	1016 0,073	1290 0,078	1568 0,082	2335 0,092	2770 0,096	3220 0,099	4294 0,107	5161 0,114	5658 0,115	7141 0,122	8200 0,126	9345 0,132
0,14	12 0,024	19 0,027	44 0,034	84 0,041	180 0,049	249 0,052	496 0,064	948 0,073	442 0,062	1054 0,076	1346 0,081	1643 0,086	2440 0,096	2876 0,1	3335 0,104	4472 0,112	5462 0,119	5878 0,119	7456 0,127	8510 0,13	9698 0,137
0,15	12,62 0,026	20 0,029	45 0,035	87 0,042	188 0,052	259 0,054	516 0,067	982 0,075	460 0,065	1093 0,079	1402 0,085	1699 0,089	2545 0,1	2983 0,103	3489 0,108	4650 0,116	5600 0,124	6095 0,124	7771 0,132	8826 0,135	10 058 0,142
0,16	13,25 0,027	21 0,03	47 0,037	96 0,045	191 0,053	269 0,057	535 0,069	1016 0,078	476 0,067	1132 0,082	1453 0,088	1756 0,092	2626 0,103	3089 0,107	3624 0,112	4828 0,121	5738 0,128	6314 0,129	8022 0,137	9136 0,14	10 411 0,147
0,17	13,57 0,027	21,5 0,03	49 0,038	103 0,048	193 0,053	279 0,059	553 0,071	1046 0,08	492 0,069	1170 0,084	1514 0,091	1813 0,095	2707 0,106	3195 0,111	3735 0,115	4969 0,124	5876 0,133	6532 0,133	8272 0,141	9445 0,145	10 764 0,152

0,18	13,88 0,028	22 0,031	50 0,039	108 0,051	[illegible] 0,054	[illegible] 0,06	[illegible] 0,073	[illegible] 0,082	[illegible] 0,071	[illegible] 0,087	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
0,19	14,52 0,029	23 0,032	52 0,04	110 0,053	201 0,056	296 0,062	589 0,076	1106 0,085	525 0,074	1247 0,09	1613 0,097	1927 0,101	2870 0,112	3108 0,118	[illegible] 0,122	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
0,2	15,15 0,03	24 0,033	53 0,042	111 0,054	203 0,057	304 0,064	606 0,078	1137 0,087	540 0,076	1286 0,093	1655 0,1	1983 0,104	2951 0,116	3497 0,121	4070 0,126	5300 0,135	6299 0,112	7188 0,146	9021 0,151	[illegible]	[illegible]
0,22	15,78 0,032	25 0,035	56 0,044	115 0,055	213 0,059	321 0,067	638 0,282	1197 0,092	568 0,08	1363 0,098	1740 0,105	2097 0,11	3113 0,122	3675 0,127	4293 0,133	5671 0,142	6555 0,149	7538 0,153	9524 0,162	10 645 0,166	12 359 0,175
0,24	16,41 0,034	26 0,037	59 0,046	120 0,057	223 0,062	338 0,071	671 0,087	1253 0,096	595 0,084	1440 0,104	1825 0,11	2210 0,116	3276 0,128	3853 0,134	4477 0,133	5952 0,149	6841 0,155	7888 0,16	9947 0,17	11 384 0,174	12 973 0,184
0,26	17 0,035	17 0,039	62 0,048	126 0,059	234 0,064	353 0,074	700 0,091	1317 0,101	623 0,088	1498 0,108	1999 0,115	2300 0,121	3414 0,134	4031 0,14	4662 0,144	6232 0,156	7119 0,161	8233 0,167	10 370 0,177	11 848 0,182	13 501 0,191
0,28	17,67 0,037	28 0,041	64 0,05	130 0,064	244 0,068	368 0,077	729 0,093	1377 0,106	649 0,091	1557 0,112	1994 0,12	2390 0,126	3552 0,139	4188 0,145	4347 0,15	6513 0,163	7397 0,167	8588 0,174	10 792 0,184	12 313 0,189	14 032 0,199
0,3	19 0,038	30 0,042	67 0,052	135 0,067	254 0,07	383 0,081	752 0,099	1438 0,11	669 0,094	1515 0,117	2079 0,125	2480 0,13	3690 0,145	4331 0,15	5031 0,155	6740 0,168	7675 0,174	8939 0,181	11 226 0,191	12 778 0,196	14 562 0,206
0,32	19,57 0,04	31 0,044	72 0,058	140 0,068	263 0,073	396 0,083	774 0,102	1483 0,144	689 0,097	1673 0,121	2146 0,129	2569 0,135	3827 0,15	4475 0,155	5216 0,161	6966 0,174	7953 0,18	9228 0,187	11 637 0,199	13 317 0,204	15 176 0,215
0,34	20,2 0,041	32 0,045	75 0,06	142 0,07	272 0,075	409 0,086	796 0,106	1530 0,117	707 0,1	1731 0,125	2214 0,133	2659 0,14	3933 0,154	4619 0,16	5400 0,167	7133 0,18	8230 0,186	9517 0,193	11 986 0,204	13 929 0,214	15 874 0,225
0,36	20,83 0,042	33 0,047	80 0,062	143 0,071	281 0,078	422 0,039	818 0,108	1576 0,121	727 0,102	1790 0,129	2281 0,138	2748 0,145	4049 0,159	4762 0,165	5585 0,173	7420 0,185	8508 0,193	9807 0,199	12 335 0,21	14 549 0,223	16 580 0,235
0,38	21,46 0,043	34 0,048	82 0,064	145 0,073	290 0,08	435 0,092	839 0,111	1622 0,124	747 0,105	1848 0,133	2349 0,142	2825 0,149	4160 0,163	4905 0,17	5770 0,178	7646 0,191	8738 0,198	10 096 0,205	12 684 0,216	14 840 0,228	16 912 0,239
0,4	22,1 0,045	35 0,05	85 0,066	146 0,073	299 0,082	448 0,094	861 0,115	1667 0,128	766 0,108	1906 0,138	2416 0,146	2902 0,153	4271 0,167	5049 0,175	5915 0,183	7873 0,197	8968 0,203	10 386 0,211	13 033 0,222	15 132 0,232	17 244 0,244
0,45	23,36 0,049	37 0,054	91 0,071	152 0,074	317 0,088	478 0,101	916 0,122	1783 0,136	815 0,115	2023 0,146	2585 0,156	3093 0,163	4548 0,178	5403 0,184	6277 0,194	8343 0,208	9542 0,216	11 054 0,224	13 905 0,024	15 768 0,243	17 969 0,256
0,5	25,25 0,051	40 0,057	95 0,073	157 0,074	336 0,093	507 0,107	971 0,13	1898 0,145	865 0,122	2139 0,154	2727 0,164	3285 0,173	4825 0,189	5694 0,197	6640 0,205	8812 0,22	10 116 0,229	11 670 0,237	14 698 0,251	16 580 0,254	18 895 0,267
0,55	26,51 0,054	42 0,06	100 0,077	163 0,078	356 0,098	533 0,112	1026 0,137	1999 0,153	913 0,129	2255 0,163	2869 0,173	3432 0,181	5103 0,2	5980 0,207	7002 0,216	9282 0,232	10 574 0,239	12 287 0,249	15 492 0,264	17 293 0,265	19 707 0,279
0,6	27,77 0,057	44 0,063	103 0,08	169 0,082	373 0,103	559 0,118	1081 0,144	2090 0,16	962 0,136	2372 0,171	3011 0,182	3587 0,188	5323 0,209	6266 0,217	7345 0,227	9752 0,244	11 033 0,25	12 824 0,26	16 184 0,276	18 012 0,276	20 526 0,291
0,65	29,67 0,059	47 0,066	107 0,083	176 0,086	389 0,108	580 0,122	1127 0,149	2180 0,167	1003 0,141	2468 0,178	3145 0,19	3730 0,196	5544 0,217	6552 0,227	7648 0,236	10 153 0,254	11 490 0,26	13 362 0,271	16 876 0,288	18 724 0,287	21 338 0,302
0,7	30,3 0,062	48 0,069	111 0,086	184 0,089	406 0,112	601 0,126	1172 0,152	2269 0,174	1043 0,146	2564 0,185	3256 0,196	3878 0,204	5764 0,226	6838 0,237	7951 0,246	10 354 0,264	11 949 0,271	13 899 0,282	17 568 0,3	19 442 0,298	22 156 0,314
0,75	31,56 0,065	50 0,072	112 0,087	191 0,093	420 0,116	622 0,131	1218 0,155	2359 0,181	1084 0,152	2660 0,192	3367 0,203	4026 0,212	5985 0,235	7068 0,245	8254 0,255	10 954 0,274	12 407 0,281	14 436 0,293	18 178 0,31	20 161 0,309	22 975 0,325
0,8	33,45 0,074	55 0,082	113 0,088	190 0,097	434 0,12	642 0,135	1263 0,161	2450 0,187	1124 0,158	2756 0,199	3479 0,21	4175 0,22	6206 0,243	7299 0,253	8556 0,264	11 355 0,284	12 866 0,291	14 913 0,303	18 787 0,32	20 879 0,32	23 794 0,337
0,85	35,35 0,075	56 0,083	115 0,089	205 0,1	450 0,124	663 0,14	1309 0,165	2523 0,193	1165 0,162	2852 0,206	3590 0,216	4323 0,227	6426 0,252	7529 0,261	8830 0,273	11 701 0,292	13 324 0,302	15 390 0,312	19 397 0,331	21 592 0,331	24 606 0,348
0,9	36,5 0,076	57 0,084	119 0,092	212 0,103	463 0,128	684 0,144	1354 0,171	2598 0,199	1205 0,168	2927 0,211	3702 0,225	4471 0,235	6606 0,259	7760 0,269	9080 0,281	12 046 0,301	13 726 0,311	15 867 0,322	19 873 0,339	22 310 0,342	25 424 0,36
0,95	36,84 0,077	58 0,085	122 0,095	218 0,106	477 0,132	705 0,148	1399 0,177	2671 0,204	1245 0,174	3002 0,217	3813 0,23	4587 0,241	6786 0,266	7991 0,277	9330 0,288	12 392 0,31	14 107 0,319	16 320 0,331	20 348 0,347	23 028 0,353	26 243 0,372
1	37,24 0,078	59 0,087	126 0,097	225 0,109	490 0,136	726 0,151	1445 0,182	2744 0,21	1286 0,179	3078 0,222	3924 0,237	4703 0,247	6966 0,273	8221 0,285	9557 0,296	12 738 0,318	14 487 0,328	16 753 0,34	20 825 0,355	23 741 0,364	27 055 0,383

Продолжение табл. 46.1

Потери давления на трение на 1 м, кгс/м²	Количество проходящего тепла (при Δ t=1° C), ккал/ч, или проходящей воды, л/ч (верхняя строка), и скорость движения воды, м/с (нижняя строка), по трубам																				
	стальным водогазопроводным (газовым) обыкновенным (ГОСТ 3262—62) условным проходом, мм								стальным бесшовным горячекатаным (ГОСТ 8732—70) наружным диаметром и толщиной стенки, мм													
	10	15	20	25	32	40	50	70	57/3,5	76/3	(83/3,5)	89/3,5	(102/4)	108/4	(114/4)	(127/4)	133/4	(140/4,5)	(152/4,5)	159/4,5	168/5
1,1	38,5 0,081	61 0,09	133 0,103	237 0,115	516 0,143	767 0,162	1514 0,192	2892 0,221	1347 0,188	3228 0,233	4147 0,250	4934 0,260	7326 0,287	8620 0,299	10 079 0,311	13 349 0,334	15 249 0,345	17 619 0,358	21 776 0,371	24 992 0,383	28 481 0,403
1,2	39,77 0,084	63 0,093	140 0,108	248 0,12	537 0,149	809 0,17	1583 0,201	3011 0,230	1409 0,197	3378 0,244	4322 0,261	5280 0,272	7686 0,301	9018 0,313	10 523 0,325	14 004 0,349	15 909 0,36	18 288 0,371	22 728 0,388	26 057 0,4	29 695 0,420
1,3	41 0,086	65 0,095	146 0,113	259 0,126	557 0,154	846 0,178	1652 0,21	3128 0,239	1470 0,206	3528 0,255	4496 0,271	5398 0,284	7994 0,314	9416 0,327	10 966 0,339	14 571 0,364	16 571 0,375	18 957 0,385	23 679 0,404	27 098 0,416	30 881 0,437
1,4	42,3 0,088	67 0,098	151 0,117	269 0,131	579 0,16	876 0,184	1720 0,218	3246 0,248	1531 0,214	3679 0,266	4671 0,282	5629 0,296	8302 0 325	9783 0,339	11 409 0,353	15 128 0,378	17 232 0,39	19 627 0,398	24 625 0,42	28 132 0,431	32 059 0,454
1,5	42,9 0,091	68 0,101	157 0,121	280 0,136	600 0,166	906 0,191	1790 0,227	3364 0,257	1593 0,223	3829 0,276	4845 0,292	5825 0,306	8610 0,337	10 128 0,351	11 816 0,365	15 685 0,392	17 752 0,402	20 296 0,412	25 583 0,436	29 165 0,447	33 238 0,471
1,6	44,2 0,093	70 0,103	163 0,126	289 0,141	621 0,172	937 0,197	1858 0,236	3482 0,266	1654 0,231	3950 0,285	5020 0,303	6020 0,317	8915 0,349	10 474 0,363	12 190 0,377	16 242 0,406	18 272 0,414	20 965 0,426	26 534 0,453	30 207 0 463	34 424 0,488
1,7	45,5 0,096	72 0,106	169 0,13	299 0,145	642 0,178	967 0,203	1917 0,243	3600 0,275	1706 0,238	4072 0,294	5194 0,313	6215 0,327	9183 0,36	10 819 0,375	12 564 0,388	16 664 0,416	18 792 0,425	21 634 0,439	27 486 0,469	31 242 0,479	35 603 0,504
1,8	46,7 0,098	74 0,108	174 0,135	309 0,15	663 0,184	997 0,21	1974 0,251	3718 0,284	1757 0,246	4191 0,303	5341 0,322	6409 0,337	9451 0,37	11 114 0,385	12 938 0,4	17 084 0,427	19 312 0,437	22 304 0,453	28 438 0,485	32 275 0,495	36 781 0,521
1,9	47,4 0,1	75 0,111	179 0,138	318 0,154	684 0,189	1027 0,216	2032 0,258	3835 0,293	1808 0,253	4312 0,311	5487 0,331	6606 0,348	9719 0,381	11 409 0,396	13 301 0,411	17 509 0,437	19 832 0,449	22 973 0,466	29 389 0,501	33 143 0,508	37 770 0,535
2	48,6 0,102	77 0,114	184 0,142	332 0,161	705 0,195	1058 0,222	2090 0,265	3953 0,302	1859 0,26	4433 0,32	5632 0,340	6781 0,357	9987 0,391	11 704 0,406	13 670 0,422	17 929 0,448	20 352 0,461	23 642 0,48	30 062 0,513	33 942 0,521	38 680 0,548
2,2	51,1 0,107	81 0,119	194 0,15	346 0,168	747 0,207	1118 0,235	2204 0,28	4141 0,317	1962 0,275	4674 0,337	5926 0,357	6924 0,374	10 485 0,411	12 294 0,426	14 402 0,445	18 773 0,469	21 392 0,484	24 981 0,507	31 406 0,536	35 546 0,545	40 508 0,574
2,4	53 0,112	84 0,124	204 0,157	360 0,175	778 0,215	1166 0,245	2291 0,291	4327 0,331	2039 0,286	4877 0,352	6219 0,375	7447 0,392	10 940 0,429	12 873 0,446	14 937 0,461	19 618 0,49	22 432 0,508	26 319 0,534	32 751 0,559	31 150 0,57	42 336 0,6
2,6	55,6 0,117	88 0,13	212 0,164	376 0,182	809 0,224	1214 0,255	2378 0,302	4513 0,345	2116 0,297	5080 0,367	6469 0,39	7780 0,409	11 394 0,447	13 452 0,466	15 473 0,478	20 463 0,511	23 471 0,531	27 268 0,554	34 096 0,582	38 754 0,594	44 164 0,626
2,8	57,5 0,122	91 0,135	221 0,171	391 0,19	840 0,233	1261 0,265	2465 0,312	4702 0,35	2194 0,307	5283 0,381	6719 0,405	8064 0,424	11 838 0,464	13 936 [illegible]	16 008 [illegible]	21 307 [illegible]	[illegible]	28 210 [illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

3	60 0,126	95 0,14	229 0,177	404 0,196	871 0,241	1309 0,276	2552 0,323	4889 0,374	2272 0,318	5186 0,396	[illegible] 0,42	[illegible] 0,439	[illegible] 0,481	[illegible] 0,49[illegible]	[illegible] 0,511	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
3,2	61,9 0,131	98 0,145	237 0,183	416 0,202	902 0,25	1357 0,284	2640 0,334	5043 0,386	2349 0,329	5688 0,411	7220 0,435	8630 0,454	12 709 0,498	14 772 0,512	17 079 0,528	22 997 0,575	26 303 0,595	30 113 0,611	38 137 0,65	43 071 0,661	49 081 0,696
3,4	64,3 0,135	102 0,15	245 0,189	428 0,208	933 0,258	1405 0,296	2727 0,345	5196 0,397	2427 0,34	5846 0,423	7433 0,448	8914 0,469	13 073 0,512	15 191 0,527	17 614 0,544	23 842 0,596	27 056 0,612	31 061 0,631	39 475 0,673	44 391 0,681	50 588 0,717
3,6	67 0,14	106 0,156	256 [illegible]	441 0,214	964 0,267	1444 0,304	2814 0,356	5350 0,409	2505 0,35	6002 0,433	7646 0,461	9165 0,482	13 397 0,525	15 609 0,541	18 150 0,561	24 542 0,613	27 808 0,629	32 010 0,65	40 535 0,681	45 716 0,701	52 098 0,738
3,8	68,8 0,144	109 0,16	260 0,201	454 0,22	995 0,276	1484 0,312	2900 0,367	5503 0,421	2581 0,361	6160 0,445	7859 0,474	9417 0,495	13 721 0,538	16 029 0,556	18 685 0,577	25 110 0,628	28 560 0,647	32 958 0,669	41 595 0,71	47 036 0,721	53 602 0,759
4	70,7 0,148	112 0,164	267 0,206	467 0,226	1026 0,284	1524 0,321	2973 0,376	5657 0,433	2645 0,37	6317 0,456	8071 0,486	9669 0,509	14 045 0,55	16 446 0,570	19 221 0,594	25 760 0,644	29 311 0,664	33 906 0,688	42 656 0,728	48 355 0,742	55 105 0,781
4,5	75,1 0,156	119 0,175	284 0,219	498 0,242	1090 0,301	1623 0,342	3155 0,399	6015 0,46	2808 0,393	6710 0,484	8569 0,516	10 268 0,54	14 856 0,582	17 492 0,607	20 559 0,635	27 276 0,681	31 192 0,706	36 277 0,733	45 308 0,773	51 030 0,783	58 154 0,824
5	79,6 0,167	126 0,186	297 0,23	530 0,257	1149 0,318	1710 0,36	3336 0,422	6339 0,485	2969 0,416	7103 0,513	9043 0,545	10 832 0,57	15 666 0,614	18 538 0,643	21 898 0,677	28 797 0,719	33 072 0,749	38 131 0,774	47 960 0,818	53 594 0,822	61 076 0,865
5,5	84 0,176	133 0,196	311 0,24	561 0,272	1210 0,335	1788 0,376	3517 0,445	6666 0.51	3131 0,439	7497 0,541	9499 0,573	11 336 0,596	16 476 0,646	19 584 0,679	22 862 0,705	30 318 0,757	34 717 0,786	39 986 0,812	50 179 0,856	56 159 0,861	63 999 0,907
6	88 0,185	139 0.205	324 0,25	593 0.288	1270 0,352	1866 0,393	3699 0,468	6971 0,533	3283 0,462	7829 0,565	9922 0,598	11 767 0,619	17 286 0,677	20 630 0,715	23 827 0,736	31 838 0,795	36 193 0,819	41 840 0,849	52 398 0,894	58 729 0,901	66 928 0,948
6,5	92 0,194	146 0,215	337 0,261	614 0,298	1320 0,355	1944 0,409	3844 0,486	7253 0,555	3421 0,48	8161 0,589	10 345 0,624	12 198 0,642	18 097 0,709	21 387 0,742	24 791 0,766	33 052 0,826	34 678 0,853	43 694 0,887	54 618 0,932	61 293 0,94	69 850 0,989
7	95,3 0,201	151 0,223	351 0,271	635 0,308	1369 0,379	2022 0,426	3988 0,504	7534 0,576	3549 0,498	8493 0,613	10 671 0,643	12 630 0,664	18 907 0,741	22 143 0,768	25 756 0,796	34 269 0,856	39 159 0,886	45 396 0,922	56 337 0,939	63 864 0,98	72 779 1,031
7,5	99 0,208	157 0,231	364 0,281	656 0.318	1418 0,393	2100 0,442	4131 0,522	7799 0,598	3677 0,516	8781 0,634	10 998 0,663	13 062 0,687	19 598 0,768	22 900 0,794	26 720 0,825	35 486 0,887	40 639 0,92	46 911 0,952	58 965 1,006	66 220 1,016	75 464 1,039
8	102,3 0,215	162 0,239	377 0,291	677 0,323	1467 0,406	2178 0,458	4276 0,54	8066 0,618	3805 0,534	9069 0,655	11 158 0,673	13 494 0,71	20 178 0,791	23 656 0,82	28 009 0,855	36 703 0,917	42 119 0,953	48 425 0,983	60 904 1,039	68 379 1,049	77 925 1,104
8,5	105 0,223	168 0,248	390 0,302	698 0,338	1517 0,42	2249 0,473	4420 0,559	8317 0,636	3934 0,553	9357 0,675	11 651 0,702	13 925 0,733	20 757 0,813	24 413 0,846	28 650 0,885	37 916 0,947	43 303 0,98	49 940 1,014	62 780 1,071	70 547 1,082	80 395 1 139
9	109,2 0,23	173 0,255	404 0,312	719 0,348	1554 0,43	2309 0,486	4543 0,574	8567 0,655	4043 0,568	9603 0,693	11 977 0,722	14 357 0,755	21 336 0,836	25 169 0,873	29 419 0,909	39 132 0,978	44 493 1,007	51 455 1,044	64 598 1,102	72 529 1,112	82 654 1,171
9,5	112,4 0,236	178 0,262	417 0,322	739 0,359	1593 0,441	2370 0,499	4665 0,589	8819 0,675	4152 0,583	9826 0,709	12 304 0,742	14 807 0.778	21 915 0,859	25 920 0,899	30 187 0,933	40 349 1,008	45 680 1,034	52 969 1,075	66 369 1,132	74 573 1,144	84 983 1,204
10	115,6 0,242	183 0.269	430 0.332	759 0.369	1632 0,452	2431 0,512	4788 0,605	9035 0,691	4261 0,599	10 047 0.725	12 630 0,761	15 220 0,801	22 495 0,882	26 824 0,93	30 956 0,956	41 306 1,032	46 867 1,051	54 275 1,102	68 090 1,161	76 493 1,173	87 171 1,235

Продолжение табл. 46.1

Количество проходящего тепла (при $\Delta t = 1°$ C), ккал/ч, или проходящей воды, л/ч (верхняя строка), и скорость движения воды, м/с (нижняя строка), по трубам

Потери давления на трение на 1 м, кгс/м²	стальным водогазопроводным (газовым) обыкновенным (ГОСТ 3262—62) условным проходом, мм							
	10	15	20	25	32	40	50	70
11	121,2 0,255	192 0,283	450 0 347	801 0,389	1709 0,473	2553 0,537	5033 0,637	9467 0,724
12	127 0,266	201 0,295	469 0,362	835 0,405	1786 0,494	2674 0,563	5250 0,664	9899 0,757
13	132 0,277	209 0,308	488 0,377	870 0,422	1863 0,516	2796 0,588	5468 0,692	10 241 0,783
14	136,4 0,286	216 0,318	507 0,392	904 0,438	1939 0,537	2895 0,609	5686 0,719	10 584 0,81
15	141 0,295	223 0,328	527 0,47	938 0,455	2017 0,558	2995 0,63	5903 0,746	10 927 0,836
16	145 0,304	229 0,338	546 0,422	972 0,471	2079 0,575	3095 0,651	6093 0,77	11 269 0,862
17	149 0,313	236 0,348	565 0,436	1000 0,485	2140 0,592	3194 0,672	6283 0,794	11 611 0,888
18	154 0,322	243 0,358	584 0,451	1028 0,499	2201 0,609	3294 0,693	6473 0,818	11 953 0,914
19	157 0,33	249 0,367	599 0,463	1056 0,512	2263 0,626	3427 0,721	6654 0,841	12 296 0,941
20	162 0,339	256 0,377	614 0,474	1084 0,526	2325 0,643	3513 0,739	6823 0,862	12 638 0,967
22	171 0,357	270 0,397	643 0,497	1141 0,553	2448 0,678	3684 0,775	7159 0,904	13 323 1,019
24	179 0,375	283 0,417	673 0,52	1197 0,851	2572 0,712	3808 0,801	7476 0,944	14 008 0,071
26	186 0,392	296 0,436	702 0,542	1240 0,602	2671 0,739	3965 0,834	7782 0,983	14 693 1,124
28	195 0,41	310 0,456	732 0,565	1284 0,623	2770 0,767	4113 0,865	8076 1,020	15 215 1,164
30	200 0,423	319 0,47	756 0,584	1327 0,644	2869 0,794	4260 0,896	8359 1,056	15 749 1,205
32	207 0,436	329 0,484	780 0,602	1372 0,665	2969 0,821	4408 0,928	8634 1,088	16 266 1,244

Потери давления на трение на 1 м, кгс/м²	стальным бесшовным горячекатаным (ГОСТ 8732—70) наружным диаметром и толщиной стенки, мм												
	57/3,5	76/3	(83/3,5)	89/3,5	(102/4)	108/4	(114/4)	(127/4)	133/4	(140/4,5)	(152/4,5)	159/4,5	168/5
11	4479 0,63	10 488 0,757	13 283 0,801	16 084 0,846	23 653 0,927	28 133 0,975	32 494 1,004	43 324 1,082	49 240 1,115	56 926 1,156	71 415 1,218	80 209 1,23	91 403 1,295
12	4673 0,657	10 929 0,789	13 936 0,84	16 951 0,892	24 812 0,972	29 384 1,019	34 032 1,051	45 249 1,13	51 415 1,164	59458 1,207	74 594 1,272	83 801 1,285	95 500 1,353
13	4867 0,685	11 371 0,821	14 589 0,879	17 643 0,928	26 020 1,02	30 585 1,06	35 570 1,099	47 094 1,177	53 513 1,211	61 882 1,256	77 637 1,324	87 208 1,338	99 382 1,408
14	5060 0,712	11 812 0 853	15 318 0,918	18 308 0,963	27 003 1,058	31 738 1,1	36 903 1,14	48 875 1,221	55 532 1,257	64 207 1,303	80 589 1,374	90 490 1,388	103 123 1,461
15	5253 0,739	12 253 0,884	15 855 0,956	18 951 0,997	27 949 1,095	32 855 1,139	38 198 1,18	50 589 1,264	57 481 1,301	66 474 1,349	83 491 1,423	93 649 1,436	106 723 1,512
16	5423 0,763	12 694 0,916	16 376 0,987	19 573 1,03	28 886 1,131	33 931 1,176	39 451 1,219	52 250 1,305	59 367 1,344	68 705 1,394	86 133 1,469	96 746 1,484	110 252 1,562
17	5592 0,787	13 136 0,948	16 880 1,018	20 175 1,061	29 754 1,166	34 975 1,213	40 665 1,256	53 855 1,345	61 196 1,385	70 765 1,436	88 782 1,514	99 719 1,53	113 640 1,61
18	5761 0,811	13 577 0,98	17 370 1,047	20 780 1,092	30 619 1,2	35 990 1,248	41 843 1,293	55 416 1,384	62 967 1,425	72 819 1,478	91 356 1,558	102 418 1,574	116 958 1,657
19	5922 0,834	14 018 1,012	17 844 1,076	21 329 1,122	31 457 1,233	36 925 1,28	42 992 1,328	56 937 1,422	64 695 1,464	74 814 1,519	93 860 1,601	105 418 1,617	120 134 1,702
20	6072 0,854	14 417 1,041	18 309 1,104	21 882 1,151	32 272 1,265	37 934 1,315	44 109 1,363	58 415 1,459	66 374 1,502	78 544 1,594	96 299 1,643	108 143 1,659	123 240 1,746
22	6371 0,896	15 121 1,091	19 203 1,158	22 950 1,207	33 849 1,327	39 792 1,38	46 262 1,429	61 265 1,531	69 612 1,576	80 504 1,634	101 001 1,723	113 470 1,74	129 310 1,832
24	6654 0,936	15 793 1,14	20 056 1,209	23 972 1,261	35 354 1,386	41 557 1,441	48 317 1,493	63 991 1,599	72 709 1,646	84 086 1,707	106 498 1,799	118 486 1,817	135 027 1,913
26	6926 0,975	16 437 1,186	20 875 1,258	24 951 1,312	36 799 1,442	43 252 1,5	50 298 1,554	66 604 1,664	75 678 1,713	87 520 1,777	109 801 1,873	122 320 1,891	140 533 1,991
28	7187 1,012	17 057 1,231	21 663 1,306	25 892 1,362	38 187 1,497	44 884 1,556	52 189 1,612	69 122 1,727	78 536 1,778	90 825 1,844	113 952 1,944	127 963 1,963	145 827 2,066
30	7440 1,048	17 656 1,274	22 423 1,352	26 803 1,41	39 529 1,549	46 460 1,611	54 021 1,669	71 548 1,787	81 293 1,84	94 033 1,909	117 951 2,012	132 484 2,032	150 979 2,139
32	7684 1,082	18 235 1,316	23 158 1,396	27 681 1,456	40 826 1,6	47 986 1,664	55 792 1,724	73 890 1,846	83 957 1,9	97 092 1,971	121 815 2,078	136 820 2,0[illegible]	155 920 2,209

34	212 0,449	338 0,499	801 0,621	1116 0,686	[illegible] 0,849	[illegible] 0,957	[illegible] 1,124	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
36	219 0,462	348 0,513	828 0,64	1458 0,708	3153 0,873	4684 0,986	9157 1,156	17 252 1,32	8150 1,148	19 342 1,396	24 563 1,481	29 360 1,544	43 301 1,697	50 896 1,765	59 252 1,828	78 477 1,958	89 051 2,016	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
38	225 0,474	358 0,527	852 0,658	1502 0,729	3239 0,896	4822 1,015	9409 1,188	17 726 1,356	8374 1,179	19 871 1,434	25 239 1,521	30 164 1,587	44 484 1,743	52 292 1,813	60 800 1,878	80 523 2,012	91 499 2,071	105 807 2,148	132 749 2,264	149 021 2,287	169 825 2,407
40	232 0,487	367 0,541	876 0,677	1545 0,754	3325 0,920	4960 1,044	9652 1,219	18 186 1,391	8590 1,210	20 388 1,472	25 894 1,561	30 949 1,628	45 643 1,789	53 650 1,86	62 379 1,927	82 616 2,064	93 870 2,125	103 556 2,204	136 196 2,323	152 986 2,347	174 343 2,47
45	246 0,519	391 0,577	924 0,714	1588 0,8	3539 0,978	5092 1,073	10 239 1,293	19 285 1,475	9112 1,284	21 625 1,561	27 463 1,655	38 826 1,727	48 412 1,897	56 904 1,973	66 164 2,044	87 624 2,189	99 565 2,254	115 148 2,337	144 154 2 464	162 215 2,488	184 860 2,619
50	261 0,554	415 0,612	972 0,751	1730 0,843	3707 1,031	5541 1,166	10 791 1,362	20 333 1,555	9604 1,352	22 795 1,645	28 950 1,745	34 601 1,820	51 033 2	59 984 2,03	69 741 2,154	92 367 2,303	104 950 2,376	121 370 2,464	152 273 2,597	171 010 2,623	194 883 2,761
55	273 0,576	434 0,64	1019 0,787	1812 0,884	3889 1,082	5811 1,223	11 318 1,428	21 326 1,631	10 073 1,418	23 907 1,726	30 362 1,83	36 289 1,909	53 521 2,097	62 909 2,181	73 146 2,26	96 875 2,42	110 071 2,492	127 292 2,584	159 701 2,724	179 371 2,751	204 412 2,896
60	285 0,600	453 0,667	1067 0,824	1893 0,924	4061 1,13	6070 1,277	11 322 1,492	22 275 1,704	10 521 1,481	24 971 1,802	31 712 1,912	37 904 1,994	55 902 2,191	65 710 2,278	76 399 2,36	101 182 2,528	114 966 2,602	132 952 2,699	166 807 2,845	187 361 2,874	213 517 3,025
65	297 0,626	472 0,695	1115 0,861	1970 0,961	4227 1,176	6318 1,329	12 305 1,553	23 183 1,773	10 951 1,541	25,991 1,876	32 991 1,99	39 451 2,075	58 185 2,280	68 392 2,371	79 517 2,456	105 313 2,631	119 662 2,709	133 455 2,809	173 620 2,961	194 980 2,99	
70	308 0,650	490 0,722	1163 0,898	2045 0,997	4387 1,22	6556 1,379	12 768 1,612	24 058 1,84	11 364 1,599	26 970 1,947	34 254 2,035	40 940 2,153	60 382 2,366	70 971 2,461	82 521 2,549	109 288 2,73	124 177 2,811	143 598 2,915	180 175 3,073	202 350 3,092	
75	320 0,676	509 0,75	1205 0,93	2116 1,032	4511 1,263	6786 1,428	13 130 1,668	24 904 1,905	11 770 1,655	27 917 2,015	35 455 2,137	42 377 2,229	62 500 2,449	73 462 2,547	85 415 2,639	113 126 2,826	128 597 2,910	148 673 3,017			
80	330 0,697	525 0,773	1244 0,961	2185 1,036	4689 1,304	7009 1,476	13 561 1,723	25 745 1,967	12 155 1,709	28 834 2,031	36 618 2,207	43 767 2,302	64 552 2,530	75 873 2,631	88 218 2,725	116 837 2,919	132 752 3,005				
85	341 0,718	541 0,797	1283 0,991	2253 1,099	4835 1,345	7224 1,520	13 978 1,777	26 536 2,028	12 529 1,762	29 721 2,145	37 744 2,275	45 113 2,373	66 537 2,608	78 207 2,712	90 934 2,809	120 432 3,009					
90	351 0,738	557 0,82	1320 1,019	2320 1,131	4974 1,384	7434 1,564	14 374 1,828	27 306 2,087	12 892 1,812	30 582 2,207	38 839 2,341	46 417 2,442	68 467 2,683	80 477 2,79	93 569 2,891						
95	360 0,759	572 0,843	1356 1,047	2381 1,162	5111 1,421	7633 1 606	14 777 1,888	28 053 2,144	13 245 1,873	31 420 2,268	39 903 2,405	47 693 2,509	70 340 2,757	82 677 2,867	96 777 2,97						
100	370 0,778	587 0.864	1391 1,074	2444 1,192	5244 1,458	7836 1,649	15 161 1,936	28 783 2,199	13 590 1,922	32 235 2,327	40 934 2,467	48 932 2,574	72 167 2,828	84 826 2,941	98 629 3,047						
110	388 0,816	616 0,907	1459 1,127	2563 1,250	5500 1,53	8218 1,729	15 901 2,028	30 187 2,307	14 254 2,015	33 810 2,44	42 939 2,588	51 320 2,7	75 688 2,966	88 965 3,085							
120	405 0,852	643 0,947	1524 1,177	2677 1,306	5744 1,598	8584 1,806	16 609 2,118	31 541 2,4	14 887 2,105	35 315 2,549	44 848 2,703	53 603 2,82	79 059 3,098								

ДЛЯ РАСЧЕТА ТРУБОПРОВОДОВ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕ

Потери давления на трение на 1 м, кгс/м²	Количество проходящего тепла (при $\Delta t=1°$ С), ккал/ч, или проходящей воды,												
	стальным водогазопроводным (газовым) обыкновенным (ГОСТ 3262—62) условным проходом, мм								стальным бесшовным горячеката				
	10	15	20	25	32	40	50	70	57/3,5	76/3	(83/3,5)	89/3,5	(102/4)
0,05	7,13 0,014	11,3 0,015	25 0,02	48,4 0,023	103 0,029	149 0,031	287 0,037	547 0,042	256 0,036	620 0,044	793 0,047	955 0,05	1413 0,056
0,055	7,9 0,015	12,5 0,0165	26,8 0,021	50 0,025	108 0,03	158 0,033	302 0,038	577 0,044	269 0,037	655 0,047	837 0,05	1007 0,053	1483 0,058
0,06	8,2 0,016	13 0,018	28 0,022	54 0,026	113 0,032	165 0,035	316 0,04	607 0,046	282 0,039	689 0,049	878 0,053	1058 0,056	1553 0,061
0,065	8,52 0,017	13,5 0,019	29 0,023	56 0,027	119 0,033	177 0,037	331 0,042	634 0,048	295 0,041	719 0,052	918 0,056	1106 0,059	1623 0,064
0,07	8,84 0,018	14 0,02	31 0,024	58 0,028	125 0,034	188 0,039	345 0,044	662 0,05	307 0,043	750 0,055	959 0,058	1153 0,061	1693 0,066
0,075	9,15 0,018	14,5 0,02	32 0,025	61 0,029	130 0,036	194 0,041	359 0,045	689 0,053	320 0,044	781 0,057	995 0,06	1192 0,063	1763 0,069
0,08	9,47 0,019	15 0,021	33 0,026	63 0,03	134 0,037	198 0,042	374 0,047	716 0,055	333 0,046	809 0,059	1032 0,062	1230 0,065	1834 0,072
0,085	9,78 0,02	15,5 0,022	34 0,027	65 0,032	139 0,038	202 0,043	385 0,049	740 0,057	343 0,048	836 0,061	1069 0,065	1268 0,067	1903 0,074
0,09	10,1 0,02	16 0,022	35 0,028	67 0,033	143 0,04	208 0,044	397 0,05	764 0,059	353 0,049	864 0,063	1098 0,066	1307 0,069	1975 0,077
0,095	10,42 0,021	16,5 0,023	36 0,028	69 0,034	148 0,041	212 0,045	410 0,053	787 0,06	365 0,052	890 0,064	1127 0,068	1345 0,071	2028 0,08
0,1	10,73 0,022	17 0,024	37 0,029	71 0,035	152 0,042	216 0,046	421 0,054	811 0,062	375 0,053	916 0,066	1156 0,07	1383 0,073	2082 0,081
0,11	11,5 0,023	17,5 0,025	39 0,031	75 0,036	162 0 045	226 0,047	445 0,057	855 0,07	397 0,056	967 0,07	1213 0,073	1461 0,077	2190 0,086
0,12	11,36 0,024	18 0,026	41 0,032	78 0,038	170 0,046	236 0,049	468 0,061	898 0,069	410 0,059	1006 0,073	1271 0,076	1538 0,081	2297 0,09
0,13	11,[illegible] 0,024	18,5 0,027	43 0,034	82 0,04	177 0,048	246 0,052	489 0,063	937 0,072	435 0,061	1046 0,075	1329 0,078	1615 0,084	2405 0,096
0,14	12,31 0,025	19,5 0,028	45 0,035	87 0,042	185 0,05	256 0,055	511 0,066	976 0,075	455 0,064	1086 0,078	1386 0,083	1692 0,089	2513 0,099
0,15	13,26 0,027	21 0,03	46 0,036	90 0,043	188 0,054	267 0,056	531 0,069	1011 0,077	474 0,067	1126 0,081	1444 0,088	1750 0,092	2621 0,103
0,16	13,87 0,028	22 0,031	48 0,038	99 0,046	197 0,055	277 0,059	551 0,071	1046 0,08	490 0,069	1166 0,084	1497 0,091	1809 0,095	2705 0,106
0,17	14 0,028	22 0,031	50 0,039	106 0,049	199 0,055	287 0,061	570 0,073	1077 0,082	507 0,071	1205 0,087	1559 0,094	1867 0,098	2788 0,109
0,18	14,52 0,029	23 0,032	52 0,04	111 0,053	203 0,056	296 0,062	588 0,075	1109 0,085	524 0,073	1245 0,09	1617 0,098	1926 0,101	2872 0,112
0,19	15,15 0,03	24 0,033	54 0,041	113 0,055	207 0,058	305 0,064	607 0,078	1139 0,088	541 0,076	1284 0,093	1661 0,1	1985 0,104	2956 0,115
0,2	15,78 0,03	25 0,034	55 0,043	114 0,056	209 0,059	313 0,066	624 0,08	1171 0,09	557 0,078	1325 0,096	1705 0,103	2042 0,107	3039 0,119
0,22	16,41 0,032	26 0,036	58 0,045	118 0,057	219 0,061	331 0,069	709 0,084	1233 0,095	585 0,082	1404 0,101	1792 0,108	2160 0,113	3206 0,125
0,24	17,05 0,034	27 0,038	61 0,047	124 0,059	230 0,064	348 0,073	691 0,09	1296 0,099	613 0,087	1483 0,107	1880 0,113	2276 0,119	3374 0,132
0,26	17,67 0,036	28 0,04	64 0,049	130 0,061	241 0,066	364 0,076	721 0,094	1357 0,104	642 0,091	1543 0,111	1966 0,118	2369 0,125	3516 0,138
0,28	18,31 0,038	29 0,042	66 0,052	134 0,066	251 0,07	379 0,079	751 0,099	1418 0,109	668 0,094	1604 0,115	2054 0,124	2462 0,13	3659 0,143

ТАБЛИЦА 46.2

[illegible] = 130° С. t_o = 70° С и $k_ш$ = 0,2 мм

[illegible] строка), и скорость движения воды, м/с (нижняя строка), по трубам

[illegible]—70) наружным диаметром и толщиной стенки, мм

[illegible]	(114/4)	(127/4)	133/4	(140/4,5)	(152/4,5)	159/4,5	168/5	194/5	219/6	245/6	273/7	299/8
[illegible]	1963 0,061	2615 0,065	2976 0,067	3456 0,07	4334 0,074	4893 0,075	5576 0,079	8347 0,087	11 413 0,094	15 314 0,101	20 901 0,11	26 449 0,117
[illegible]	2083 0,065	2749 0,069	3140 0,071	3659 0,074	4579 0,078	5116 0,078	5830 0,082	8807 0,092	12 067 0,099	16 159 0,107	21 812 0,115	27 694 0,122
[illegible]	2203 0,068	2882 0,072	3304 0,075	3823 0,077	4826 0,082	5330 0,082	6074 0,086	9199 0,096	12 612 0,104	16 913 0,112	23 007 0,121	29 121 0,128
[illegible]67	2288 0,071	3015 0,075	3469 0,078	3988 0,08	5070 0,086	5553 0,085	6328 0,09	9601 0,1	13 157 0,108	17 667 0,117	24 031 0,126	30 389 0,134
[illegible]	2373 0,073	3354 0,078	3573 0,081	4153 0,084	5267 0,09	5777 0,089	6583 0,093	10 003 0,104	13 702 0,113	18 442 0,122	24 079 0,132	31 567 0,139
[illegible]73	2458 0,076	3282 0,082	3731 0,084	4318 0,088	5464 0,093	6000 0,092	6837 0,097	10 405 0,109	14 248 0,117	19 146 0,127	25 909 0,136	32 767 0,145
[illegible],075	2543 0,078	3390 0,084	3861 0,088	4483 0,091	5662 0,097	6231 0,095	7101 0,1	10 798 0,113	14 756 0,122	19 795 0,131	26 819 0,141	33 786 0,149
[illegible],078	2628 0,081	3498 0,088	3993 0,091	4647 0,094	5859 0,1	6454 0,099	7355 0,104	11 123 0,116	15 229 0,126	20 444 0,135	27 710 0,141	34 737 0,153
[illegible],08	2713 0,083	3606 0,09	4124 0,094	4733 0,096	6056 0,103	6635 0,102	7560 0,107	11 449 0,119	15 701 0,129	21 092 0,14	28 526 0,15	35 665 0,157
[illegible] 0,082	2797 0,087	3714 0,093	4256 0,097	4920 0,1	6219 0,106	6802 0,104	7750 0,11	11 774 0,123	16 174 0,133	21 741 0,144	29 360 0,155	36 616 0,162
[illegible] 0,085	2883 0,089	3822 0,096	4387 0,099	5056 0,103	6381 0,109	6962 0,107	7934 0,112	12 100 0,126	16 646 0,137	22 314 0,148	30 176 0,159	37 545 0,166
[illegible] 0,09	3040 0,094	4040 0,101	4697 0,106	5330 0,108	6705 0,114	7290 0,112	8308 0,118	12 751 0,133	17 519 0,144	23 144 0,153	31 674 0,167	30 424 0,174
[illegible]24 0,095	3178 0,098	4238 0,106	4491 0,111	5603 0,113	7031 0,119	7619 0,117	8682 0,123	13 363 0,139	18 343 0,151	24 562 0,163	32 964 0,174	41 304 0,182
[illegible]53 0,099	3317 0,102	4423 0,11	5316 0,117	5828 0,118	7355 0,126	8200 0,126	9345 0,132	13 957 0,146	19 178 0,158	25 573 0,169	34 254 0,18	43 183 0,191
[illegible]962 0,103	3456 0,107	4607 0,115	5626 0,121	6054 0,122	7690 0,13	8510 0,131	9698 0,137	14 531 0,152	19 917 0,164	26 599 0,176	35 544 0,187	45 063 0,199
[illegible]072 0,106	3594 0,111	4790 0,119	5768 0,128	6278 0,128	8004 0,136	8826 0,135	10 058 0,142	15 115 0,158	20 608 0,17	27 520 0,182	36 833 0,194	46 942 0,207
[illegible]182 0,11	3734 0,115	4973 0,125	5910 0,132	6503 0,133	8263 0,141	9136 0,143	10 411 0,147	15 823 0,163	21 311 0,176	28 319 0,188	38 123 0,201	48 822 0,215
3290 0,114	3847 0,118	5118 0,128	6052 0,137	6728 0,137	8520 0,145	9445 0,145	10 764 0,152	16 139 0,168	22 013 0,182	29 119 0,193	39 413 0,208	50 452 0,229
3401 0,117	3962 0,123	5262 0,127	6194 0,14	6954 0,141	8778 0,149	9755 0,149	11 117 0,157	11 647 0,174	22 668 0,187	29 934 0,198	40 703 0,214	51 811 0,223
3505 0,122	4077 0,126	5406 0,143	6336 0,135	7169 0,146	9036 0,155	10 034 0,154	11 435 0,162	17 154 0,179	23 322 0,192	30 733 0,204	41 992 0,221	53 170 0,235
3602 0,125	4192 0,13	5552 0,139	6479 0,146	7404 0,15	9295 0,159	10 306 0,158	11 745 0,166	17 604 0,184	23 988 0,198	31 533 0,209	43 282 0,228	54 506 0,241
3785 0,131	4422 0,137	5841 0,146	6762 0,153	7764 0,158	9810 0,167	10 045 0,166	12 359 0,175	18 475 0,193	25 066 0,207	33 147 0,220	45 691 0,241	57 223 0,253
3969 0,138	4611 0,142	6131 0,153	7046 0,16	8125 0,165	10 245 0,175	11 884 0,174	12 973 0,184	19 337 0,202	26 072 0,215	34 761 0,23	47 550 0,251	59 918 0,264
4152 0,144	4802 0,148	6419 0,161	7333 0,166	8480 0,172	10 681 0,182	11 848 0,182	13 503 0,192	20 150 0,21	27 065 0,223	36 361 0,241	49 427 0,26	62 635 0,276
4314 0,149	4992 0,155	6708 0,168	7619 0,172	8846 0,179	11 116 0,19	12 313 0,189	14 032 0,199	20 964 0,219	28 071 0,232	37 975 0,252	51 305 0,27	65 352 0,288

Потери давления на трение на 1 м, кгс/м²	Количество проходящего тепла (при Δ t=1° C), ккал/ч, или проходящей воды, … стальным водогазопроводным (газовым) обыкновенным (ГОСТ 3262—62) условным проходом, мм								стальным бесшовным горячекатаным …				
	10	15	20	25	32	40	50	70	57/3,5	76/3	(83/3,5)	89/3,5	(102/4)
0,3	19,57 0,039	31 0,043	69 0,054	139 0,069	262 0,072	394 0,083	775 0,102	1481 0,113	689 0,097	1663 1,121	2141 0,129	2554 0,134	3801 0,149
0,32	20,2 0,04	32 0,045	74 0,06	144 0,07	271 0,075	408 0,085	797 0,105	1527 0,117	710 0,11	1723 0,129	2210 0,133	2646 0,139	3942 0,155
0,34	20,83 0,041	33 0,046	77 0,062	146 0,072	280 0,077	421 0,089	820 0,109	1576 0,121	728 0,103	1783 0,129	2280 0,137	2739 0,144	4056 0,159
0,36	21,46 0,043	34 0,048	82 0,064	147 0,073	289 0,08	435 0,092	843 0.111	1623 0,125	749 0,105	1844 0,133	2349 0,142	2830 0,149	4170 0,164
0,38	22,10 0,044	35 0,049	84 0,066	149 0,075	299 0,082	448 0,095	864 0,114	1671 0,128	769 0,108	1903 0,137	2419 0,146	2910 0,153	4285 0,168
0,4	22,72 0,047	36 0,052	88 0,068	150 0,075	308 0,084	461 0,091	887 0,118	1717 0,132	789 0,111	1963 0,142	2488 0,15	2989 0,158	4399 0,172
0,45	24 0,05	38 0,056	94 0,073	157 0,076	327 0,091	492 0,104	943 0,126	1836 0,14	839 0,119	2094 0,15	2663 0,161	3186 0,168	4684 0,183
0,5	25,90 0,053	41 0,059	98 0,075	162 0,076	346 0,096	522 0,11	1000 0,134	1955 0,149	891 0,126	2203 0,159	2809 0,169	3384 0,178	4970 0,194
0,55	27,20 0,056	43 0,062	103 0,079	168 0,08	382 0,101	549 0,115	1057 0,141	2059 0,158	837 0,133	2323 0,168	2955 0,178	3535 0,186	5256 0,206
0,6	28,40 0,059	45 0,065	106 0,082	174 0,084	384 0,106	576 0,122	1113 0,148	2153 0,165	991 0,14	2443 0,176	3101 0,187	3695 0,194	5488 0,215
0,65	30,30 0,061	48 0,068	110 0,085	181 0,089	401 0,111	597 0,126	1161 0,155	2245 0,172	1033 0,145	2542 0,183	3239 0,196	3842 0,202	5710 0,224
0,7	31 0,064	49 0,071	114 0,089	190 0,092	418 0,115	619 0,13	1207 0,153	2337 0,179	1074 0,05	2641 0,191	3354 0,202	3994 0,21	5937 0,233
0,75	32,8 0,066	52 0,074	115 0,09	197 0,096	433 0,119	641 0,135	1253 0,16	2430 0,186	1117 0,157	2740 0,198	3468 0,209	4147 0,218	6165 0,242
0,8	36 0,075	57 0,084	116 0,091	205 0,1	447 0,124	661 0,139	1301 0,166	2524 0,193	1158 0,163	2839 0,205	3583 0,216	4300 0,227	6392 0,25
0,85	36,6 0,077	58 0,085	118 0,092	211 0,103	464 0,128	683 0,144	1348 0,17	2604 0,195	1200 0,167	2938 0,212	3698 0,222	4453 0,234	6619 0,26
0,9	37,3 0,078	59 0,087	123 0,095	218 0,106	477 0,132	705 0,148	1395 0,176	2676 0,205	1241 0,173	3015 0,217	3813 0,23	4605 0,242	6804 0,267
0,95	37,9 0,079	60 0,088	126 0,098	225 0,109	491 0,136	726 0,152	1441 0,182	2751 0,21	1282 0,179	3092 0,224	3927 0,237	4725 0,248	6990 0,274
1	38,5 0,081	61 0,09	130 0,1	232 0,112	505 0,14	748 0,156	1488 0,187	2826 0,216	1325 0,184	3170 0,229	4042 0,244	4844 0,254	7157 0,281
1,1	39,8 0,084	63 0,093	137 0,106	244 0,118	531 0,147	790 0,167	1559 0,198	2979 0,228	1387 0,194	3325 0,24	4271 0,258	5082 0,268	7546 0,296
1,2	41 0,086	65 0,096	144 0,11	255 0,124	553 0,153	883 0,175	1630 0,207	3101 0,237	1451 0,203	3479 0,251	4452 0,269	5438 0,28	7917 0,31
1,3	42,3 0,088	67 0,098	150 0,116	267 0,13	574 0,159	871 0,183	1707 0,216	3221 0,246	1514 0,212	3634 0,263	4631 0,279	5560 0,293	8234 0,323
1,4	43,6 0,091	69 0,101	156 0,121	277 0,135	596 0,165	902 0,19	1772 0,225	3343 0,255	1577 0,22	3789 0,274	4811 0,29	5798 0,305	8551 0,335
1,5	44,2 0,093	70 0,104	162 0,125	288 0,14	618 0,171	933 0,197	1844 0,234	3465 0,265	1641 0,23	3944 0,284	4990 0,301	6000 0,315	8868 0,347
1,6	45,5 0,095	72 0,106	168 0,13	298 0,145	640 0,177	965 0,203	1914 0,243	3535 0,274	1704 0,238	4069 0,294	5171 0,312	6201 0,327	9182 0,359
1,7	46,7 0,098	74 0,109	174 0,134	308 0,149	661 0,183	996 0,209	1975 0,25	3708 0,283	1757 0,245	4194 0,303	5350 0,322	6401 0,337	9458 0,371
1,8	48 0,1	76 0,111	179 0,139	318 0,155	683 0,19	1027 0,216	2033 0,259	3830 0,293	1810 0,253	4317 0,312	5501 0,332	6601 0,347	9735 0,381

Продолжение табл. 46.2

…, и скорость движения воды, м/с (нижняя строка), по трубам

…—70) наружным диаметром и толщиной стенки, мм

…	…14/4)	(127/4)	133/4	(140/4,5)	(152/4,5)	159/4,5	168/5	194/5	219/6	245/6	273/7	299/8
[illegible]	5182 0,160	6942 0,173	7905 0,179	9207 0,186	11 563 0,197	12 778 0,196	14 562 0,206	21 730 0,227	29 077 0,240	39 589 0,262	53 164 0,28	67 708 0,299
[illegible]	5372 0,166	7175 0,179	8192 0,185	9505 0,193	11 986 0,205	13 317 0,204	15 176 0,215	22 342 0,233	30 082 0,248	41 038 0,272	55 041 0,29	69 836 0,308
[illegible]	5562 0,172	7347 0,185	8477 0,192	9708 0,199	12 346 0,21	13 929 0,214	15 874 0,225	22 965 0,24	31 088 0,256	42 200 0,28	56 995 0,3	71 965 0,318
[illegible]	5753 0,178	7643 0,191	8763 0,199	10 101 0,205	12 705 0,216	14 549 0,223	16 580 0,235	23 587 0,246	32 093 0,265	43 452 0,288	58 788 0,31	74 093 0,327
[illegible]	5943 0,183	7875 0,197	9000 0,204	10 399 0,211	13 013 0,222	14 840 0,228	16 912 0,239	24 199 0,253	33 099 0,273	44 493 0,295	60 656 0,32	76 222 0,336
[illegible]	6092 0,188	8109 0,203	9237 0,209	10 698 0,217	13 424 0,229	15 132 0,232	17 244 0,244	24 822 0,259	34 104 0,281	45 640 0,302	62 154 0,328	78 350 0,346
[illegible]	6465 0,2	8593 0,214	9828 0,222	11 386 0,231	14 322 0,244	15 768 0,243	17 969 0,256	26 363 0,275	36 576 0,302	48 521 0,321	65 814 0,347	83 559 0,369
[illegible]	6839 0,211	9076 0,227	10 419 0,236	12 020 0,244	15 139 0,259	16 580 0,254	18 895 0,268	27 914 0,291	38 405 0,317	51 403 0,341	69 494 0,366	87 929 0,388
[illegible]	7212 0,222	9560 0,239	10 891 0,246	12 656 0,256	15 957 0,272	17 293 0,265	19 707 0,279	29 455 0,308	40 235 0,332	54 266 0,36	73 174 0,386	92 300 0,407
[illegible]	7565 0,234	10 045 0,251	10 364 0,258	13 209 0,268	16 670 0,284	18 012 0,276	20 526 0,291	31 005 0,324	42 065 0,347	56 563 0,375	76 682 0,404	96 670 0,427
[illegible]	7877 0,243	10 458 0,262	11 835 0,268	13 763 0,279	17 382 0,297	18 724 0,287	21 338 0,302	32 499 0,339	43 894 0,362	58 856 0,39	79 660 0,42	100 723 0,445
[illegible]	8190 0,253	10 655 0,272	12 301 0,279	14 326 0,290	18 095 0,309	19 442 0,298	22 156 0,314	33 618 0,351	45 723 0,377	61 149 0,405	82 657 0,436	104 188 0,46
… …252	8502 0,263	11 283 0,282	12 779 0,289	14 869 0,302	18 723 0,319	20 161 0,309	22 975 0,325	34 729 0,363	47 552 0,392	63 443 0,42	85 635 0,451	107 630 0,475
… …261	8813 0,272	11 696 0,293	13 252 0,3	15 360 0,312	19 351 0,33	20 879 0,38	23 794 0,337	35 840 0,374	49 200 0,406	67 736 0,436	88 631 0,467	111 095 0,49
…55 …269	9095 0,281	12 052 0,301	13 724 0,311	15 852 0,321	19 979 0,341	21 592 0,331	24 606 0,348	36 950 0,386	50 630 0,418	67 969 0,45	91 533 0,482	114 537 0,506
…3 …277	9352 0,289	12 407 0,31	14 138 0,322	16 343 0,332	20 469 0,349	22 310 0,342	25 425 0,36	38 070 0,398	52 069 0,43	69 825 0,463	93 885 0,495	118 011 0,521
…231 …285	9610 0,297	12 764 0,319	14 530 0,329	16 810 0,341	20 958 0,357	23 028 0,353	26 243 0,372	39 180 0,409	53 489 0,441	71 681 0,475	96 256 0,507	121 443 0,536
…468 …294	9844 0,305	13 120 0,328	14 922 0,338	17 261 0,35	21 450 0,366	23 741 0,364	27 055 0,384	40 291 0,421	54 906 0,453	73 536 0,487	98 608 0,52	124 885 0,551
…679 …,308	10 381 0,32	13 749 0,344	15 706 0,355	18 148 0,369	22 429 0,382	24 992 0,383	28 481 0,403	42 521 0,444	57 766 0,477	77 248 0,512	103 330 0,545	131 792 0,582
…289 …,322	10 839 0,339	14 424 0,361	16 386 0,372	18 837 0,384	23 410 0,4	26 057 0,4	29 695 0,421	44 388 0,464	60 625 0,5	80 959 0,536	108 053 0,57	137 408 0,607
…698 …,337	11 295 0,34	15 008 0,375	17 068 0,386	19 526 0,397	24 389 0,416	27 098 0,416	30 881 0,438	46 111 0,482	62 975 0,52	83 992 0,557	112 776 0,594	142 775 0,63
…076 …,349	11 751 0,364	15 582 0,389	17 749 0,402	20 216 0,41	25 364 0,433	28 132 0,43	32 059 0,454	47 834 0,5	65 301 0,539	86 904 0,576	117 499 0,619	148 164 0,654
…432 …,362	12 170 0,376	16 156 0,404	18 285 0,414	20 905 0,424	26 350 0,449	29 166 0,447	33 238 0,471	49 557 0,518	67 638 0,558	89 816 0,595	122 089 0,644	153 531 0,678
10 788 0,374	12 556 0,388	16 729 0,418	18 820 0,426	21 594 0,439	27 330 0,467	30 207 0,463	34 424 0,488	51 472 0,538	69 966 0,577	92 728 0,614	125 768 0,663	158 920 0,702
11 144 0,386	12 941 0,4	17 164 0,428	19 356 0,438	22 283 0,452	28 311 0,483	31 242 0,479	35 603 0,504	59 003 0,554	72 304 0,597	95 685 0,634	128 356 0,682	164 287 0,725
11 447 0,397	13 326 0,412	17 597 0,44	19 891 0,45	22 973 0,467	29 291 0,5	32 275 0,495	36 781 0,521	54 592 0,57	74 254 0,613	98 566 0,653	133 146 0,702	169 020 0,746

Потери давления на трение на 1 м, кгс/м²	Количество проходящего тепла (при $\Delta t = 1°$ С), ккал/ч, или проходящей воды, …												
	стальным водогазопроводным (газовым) обыкновенным (ГОСТ 3262—62) условным проходом, мм								стальным бесшовным горячекатаны…				
	10	15	20	25	32	40	50	70	57/3,5	76/3	(83/3,5)	89/3,5	(102/4)
1,9	48,6 0,103	77 0,114	184 0,142	328 0,159	705 0,195	1 058 0,222	2 093 0,266	3 950 0,302	1 862 0,261	4 441 0,32	5 652 0,341	6 804 0,358	10 0[illegible] 0,392
2	49,9 0,105	79 0,117	190 0,146	342 0,166	726 0,201	1 090 0,229	2 163 0,273	4 072 0,311	1 915 0,268	4 566 0,33	5 801 0,35	6 984 0,368	10 287 0,403
2,2	52,4 0,111	83 0,123	200 0,155	356 0,173	769 0,213	1 152 0,242	2 270 0,288	4 265 0,327	2 021 0,283	4 814 0,347	6 104 0,368	7 132 0,385	10 800 0,423
2,4	55 0,115	87 0,128	210 0,162	371 0,18	801 0,221	1 201 0,252	2 360 0,3	4 457 0,341	2 100 0,295	5 023 0,363	6 406 0,386	7 670 0,404	11 268 0,442
2,6	57,4 0,12	91 0,134	218 0,169	387 0,187	833 0,231	1 250 0,263	2 448 0,311	4 648 0,355	2 179 0,305	5 232 0,378	6 663 0,402	8 013 0,421	11 736 0,46
2,8	59,3 0,125	94 0,139	228 0,176	403 0,196	865 0,24	1 299 0,273	2 539 0,321	4 844 0,361	2 260 0,316	5 441 0,392	6 921 0,417	8 306 0,437	12 243 0,478
3	61,9 0,13	98 0,144	236 0,182	416 0,202	897 0,248	1 348 0,284	2 629 0,333	5 036 0,385	2 340 0,328	5 651 0,408	7 179 0,433	8 597 0,452	12 642 0,495
3,2	63,8 0,134	101 0,149	244 0,188	428 0,208	929 0,258	1 398 0,293	2 719 0,344	5 194 0,398	2 419 0,339	5 859 0,423	7 437 0,448	8 889 0,468	13 090 0,513
3,4	66,3 0,14	105 0,155	252 0,195	441 0,214	961 0,266	1 447 0,305	2 809 0,355	5 352 0,409	2 500 0,35	6 021 0,436	7 656 0,461	9 181 0,483	13 465 0,527
3,6	68,8 0,145	109 0,161	264 0,201	454 0,22	933 0,275	1 487 0,313	2 898 0,367	5 511 0,421	2 580 0,361	6 182 0,445	7 875 0,475	9 400 0,496	14 314 0,541
3,8	70,7 0,149	112 0,165	268 0,207	468 0,227	1025 0,284	1 529 0,321	2 987 0,378	5 668 0,434	2 658 0,372	6 345 0,458	8 095 0,488	9 700 0,510	14 333 0,554
4	72,6 0,152	115 0,169	275 0,21	481 0,233	1057 0,293	1 570 0,331	3 056 0,387	5 827 0,446	2 725 0,381	6 507 0,47	8 311 0,501	10 257 0,524	14 460 0,567
4,5	77 0,162	122 0,18	292 0,225	513 0,249	1 123 0,31	1 672 0,352	3 250 0,411	6 195 0,474	2 887 0,405	6 911 0,498	8 826 0,531	10 576 0,556	15 302 0,599
5	82 0,172	130 0,191	306 0,237	546 0,265	1 183 0,327	1 761 0,371	3 436 0,435	6 529 0,5	3 058 0,428	7 316 0,528	9 314 0,561	11 157 0,587	16 136 0,632
5,5	86,5 0,181	137 0,202	320 0,247	578 0,280	1 246 0,345	1 842 0,387	3 572 0,458	6 866 0,525	3 225 0,452	7 722 0,557	9 784 0,590	11 676 0,614	16 970 0,665
6	90,3 0,19	143 0,211	334 0,257	611 0,297	1 308 0,362	1 922 0,405	3 810 0,482	7 180 0,552	3 381 0,476	8 064 0,581	10 220 0,616	12 120 0,638	17 805 0,697
6,5	94,7 0,199	150 0,221	347 0,269	632 0,307	1 360 0,376	2 002 0,421	3 959 0,5	7 470 0,572	3 524 0,494	8 406 0,607	10 655 0,643	12 564 0,661	18 640 0,73
7	97,8 0,207	155 0,23	361 0,279	654 0,317	1 410 0,39	2 083 0,439	4 107 0,519	7 760 0,593	3 655 0,513	8 748 0,631	10 991 0,662	13 009 0,684	19 474 0,763
7,5	102,3 0,214	162 0,238	375 0,290	675 0,327	1 455 0,405	2 163 0,455	4 255 0,538	8 023 0,616	3 787 0,531	9 044 0,653	11 328 0,683	13 454 0,708	20 186 0,791
8	105,4 0,222	167 0,246	388 0,3	697 0,338	1 511 0,418	2 243 0,472	4 404 0,556	8 308 0,636	3 919 0,55	9 341 0,675	11 493 0,693	13 899 0,731	20 783 0,815
8,5	109,2 0,23	173 0,255	402 0,311	719 0,348	1 562 0,432	2 316 0,487	4 552 0,576	8 566 0,655	4 052 0,57	9 638 0,695	12 000 0,723	14 343 0,755	21 380 0,837
9	112,4 0,237	178 0,263	416 0,321	741 0,358	1 600 0,443	2 378 0,5	4 679 0,591	8 824 0,675	4 164 0,585	9 894 0,714	12 336 0,744	14 788 0,778	21 976 0,861
9,5	115,5 0,243	183 0,27	429 0,332	761 0,37	1 641 0,454	2 441 0,514	4 805 0,607	9 084 0,695	4 277 0,6	10 121 0,73	12 673 0,764	15 251 0,801	22 572 0,885
10	118,7 0,25	188 0,277	443 0,342	782 0,38	1 681 0,465	2 504 0,527	4 932 0,623	9 306 0,712	4 389 0,617	10 348 0,747	13 009 0,784	15 677 0,825	23 170 0,908
11	125 0,262	198 0,291	463 0,357	825 0,401	1 760 0,487	2 630 0,553	5 184 0,656	9 751 0,746	4 613 0,649	10 803 0,785	13 681 0,825	16 566 0,871	24 363 0,955
12	131 0,274	207 0,304	483 0,373	860 0,417	1 840 0,509	2 754 0,58	5 408 0,684	10 196 0,780	4 813 0,677	11 257 0,813	14 354 0,865	17 459 0,919	25 556 1,001
13	136 0,285	215 0,317	503 0,388	896 0,435	1 919 0,531	2 880 0,605	5 627 0,713	10 548 0,807	5 013 0,705	11 712 0,846	15 027 0,905	18 172 0,956	26 801 1,051
14	141 0,294	222 0,327	522 0,404	931 0,45	1 997 0,553	2 982 0,627	5 856 0,74	10 901 0,834	5 212 0,733	12 166 0,878	15 778 0,945	18 867 0,992	27 813 1,09
15	146 0,304	230 0,338	543 0,419	966 0,469	2 077 0,575	3 085 0,649	6 080 0,768	11 255 0,861	5 411 0,761	12 621 0,91	16 331 0,985	19 520 1,027	28 787 1,128
16	150 0,314	236 0,348	562 0,435	1 001 0,485	2 141 0,592	3 188 0,670	6 276 0,793	11 607 0,888	5 586 0,786	13 075 0,943	16 867 1,003	20 160 1,061	29 731 1,165

Продолжение табл. 46.2

… строка), и скорость движения воды, м/с (нижняя строка), по трубам

… 32—70) наружным диаметром и толщиной стенки, мм

	114/4)	(127/4)	133/4	(140/4,5)	(152/4,5)	159/4,5	168/5	194//5	219/6	245/6	273/7	299/8
[illegible]	13 703 0,423	18 034 0,45	20 427 0,462	23 662 0,48	30 271 0,516	33 143 0,503	37 770 0,535	56 009 0,585	76 084 0,628	101 478 0,672	136 845 0,721	173 458 0,766
[illegible]	14 080 0,435	18 467 0,461	20 963 0,475	24 351 0,494	30 961 0,528	33 942 0,521	38 680 0,548	57 426 0,6	77 913 0,643	104 390 0,692	140 524 0,741	177 896 0,785
[illegible]	14 834 0,458	19 336 0,483	22 549 0,499	25 730 0,522	32 348 0,552	35 546 0,545	40 508 0,579	60 269 0,629	81 584 0,673	109 791 0,728	147 902 0,78	186 773 0,825
[illegible]	15 385 0,475	20 307 0,505	23 156 0,523	27 109 0,55	33 734 0,576	37 150 0,57	42 336 0,6	63 102 0,659	85 243 0,703	114 363 0,758	154 655 0,815	195 650 0,864
[illegible]	15 937 0,492	21 077 0,526	24 175 0,547	28 086 0,571	35 119 0,599	38 754 0,594	44 164 0,626	65 696 0,686	88 914 0,734	118 934 0,788	160 648 0,847	203 462 0,898
[illegible]	16 488 0,51	21 946 0,548	25 246 0,572	19 165 0,59	36 503 0,623	40 353 0,619	45 986 0,651	67 927 0,709	92 573 0,764	123 505 0,818	166 604 0,878	210 565 0,93
[illegible]	17 040 0,526	22 817 0,57	26 318 0,595	30 040 0,61	37 889 0,646	41 746 0,64	47 574 0,674	70 157 0,733	96 232 0,794	127 077 0,849	172 578 0,91	217 706 0,961
[illegible]	17 591 0,544	23 697 0,592	27 092 0,613	31 016 0,629	39 281 0,67	43 071 0,661	49 084 0,695	72 388 0,756	99 272 0,819	132 649 0,879	178 572 0,941	224 816 0,993
[illegible] …543	18 142 0,56	24 557 0,614	27 868 0,63	31 993 0,65	40 659 0,693	44 394 0,681	50 588 0,717	74 618 0,779	102 107 0,843	138 352 0,917	185 684 0,979	231 949 1,024
[illegible]	18 690 0,578	25 278 0,631	28 642 0,648	32 970 0,67	41 803 0,701	45 716 0,701	52 098 0,738	76 848 0,803	104 942 0,866	142 124 0,942	190 955 1,007	240 939 1,064
[illegible]	19 246 0,594	25 863 0,647	29 417 0,666	33 947 0,689	42 843 0,731	47 036 0,721	53 602 0,759	79 079 0,826	107 765 0,889	145 896 0,967	196 305 1,035	247 506 1,093
…145 …587	19 798 0,612	26 533 0,663	30 190 0,684	34 923 0,704	43 936 0,75	48 355 0,742	55 105 0,781	81 309 0,849	110 600 0,913	149 653 0,992	201 426 1,062	254 073 1,122
…017 …625	21 176 0,654	28 094 0,701	32 128 0,727	37 365 0,758	46 667 0,796	51 030 0,783	58 154 0,824	86 880 0 907	117 676 0,971	159 082 1,054	213 565 1,126	269 471 1,19
…094 …662	22 595 0,697	28 631 0,74	34 064 0,771	39 275 0,797	49 399 0,842	53 594 0,822	61 076 0,865	91 896 0,96	125 151 1,033	166 867 1,106	224 025 1,187	283 964 1,254
…171 …699	23 548 0,727	31 227 0,780	35 037 0,810	41 185 0,836	51 684 0,882	56 159 0,861	63 999 0,907	96 396 1,007	131 329 1,084	175 015 1,160	236 136 1,245	297 777 1,315
…249 …736	24 542 0,758	32 793 0,819	37 287 0,843	43 095 0,874	53 970 0,921	58 729 0,901	66 928 0,948	100 703 1,052	137 145 1,132	182 860 1,212	246 567 1,3	310 911 1,373
…029 …0,764	25 535 0,789	34 043 0,851	38 808 0,879	45 005 0,914	56 256 0,96	61 293 0,94	69 850 0,989	104 819 1,095	142 719 1,178	190 253 1,261	256 809 1,354	323 818 1,43
…807 …0,791	26 529 0,826	35 297 0,882	40 334 0,912	46 758 0,95	58 542 0,998	63 864 0,98	72 779 1,031	100 744 1,136	148 170 1,223	197 495 1,309	266 482 1,405	336 047 1,484
…3 587 …0,818	27 521 0,85	36 550 0,914	41 852 0,948	48 318 0,98	60 734 1,036	66 220 1,016	75 464 1,069	115 950 1,176	157 856 1,265	210 568 1,355	284 049 1,454	358 256 1,536
24 263 0,845	28 849 0,881	37 804 0,945	43 382 0,982	49 878 1,012	62 731 1,07	68 379 1,049	77 925 1,104	116 303 1,215	158 346 1,307	211 074 1,399	284 880 1,502	359 144 1,586
25 145 0,871	29 510 0,911	39 053 0,975	44 605 1,009	51 438 1,044	64 663 1,103	70 547 1,082	80 395 1,139	119 848 1,252	163 193 1,347	217 561 1,442	293 605 1,548	370 240 1,635
25 924 0,899	30 302 0,936	40 306 1,007	45 828 1 037	52 998 1,075	66 536 1,135	72 529 1,112	82 654 1,171	183 390 1,289	167 918 1,386	223 898 1,484	302 140 1,593	380 883 1,682
26 698 0,926	31 093 0,961	41 559 1,038	47 050 1,065	54 558 1,107	68 360 1,166	74 573 1,144	84 983 1,204	126 740 1,324	172 521 1,424	230 084 1,525	310 295 1,636	391 300 1,728
27 629 0,958	31 885 0,985	42 545 1,063	48 273 1,093	55 903 1,135	70 133 1,196	76 493 1,173	87 171 1,235	129 995 1,358	177 004 1,461	235 968 1,564	318 351 1,679	401 490 1,773
28 977 1,004	33 469 1,034	44 624 1,114	50 717 1,148	58 634 1,191	73 557 1,255	18 209 1,23	91 406 1,295	136 313 1,424	185 727 1,538	247 585 1,641	334 004 1,761	421 190 1,86
30 265 1,05	35 053 1,082	46 606 1,164	52 957 1,199	61 242 1,243	76 832 1,31	83 801 1,285	95 500 1, 353	142 439 1,488	193 965 1,601	258 448 1,718	348 798 1,839	439 986 1,943
31 403 1,092	36 637 1,132	48 503 1,212	55 118 1,247	63 738 1,294	79 966 1,364	87 208 1,338	99 382 1,408	148 188 1,548	201 840 1,666	269 009 1,783	363 023 1,914	457 875 2,022
32 690 1,133	39 040 1,174	50 341 1,258	57 197 1,295	66 133 1,342	83 007 1,415	90 490 1,388	103 128 1,461	153 831 1,607	209 473 1,729	279 269 1,851	376 679 1,986	475 085 2,098
33 841 1,173	39 344 1,215	52 106 1,302	59 205 1,34	68 468 1,389	85 903 1,466	93 649 1,436	106 728 1,512	159 191 1,663	216 863 1,79	289 076 1,916	389 956 2,056	491 842 2,172
34 949 1,211	40 635 1,256	53 817 1,344	61 148 1,384	70 766 1,436	88 717 1,513	96 746 1,484	110 252 1,562	164 456 1,718	223 890 1 848	298 581 1,979	402 853 2,124	507 919 2,243

Потери давления на трение на 1 м, кгс/м²	Количество проходящего тепла (при Δt=1° С), ккал/ч, или проходящей воды, л/ч												
	стальным водогазопроводным (газовым) обыкновенным (ГОСТ 3262—62) условным проходом, мм								стальным бесшовным горячекатаным				
	10	15	20	25	32	40	50	70	57/3,2	76//3	(83/3,5)	89/3,5	(102/4)
17	154 0,322	243 0,358	582 0,449	1 030 0,5	2 204 0,61	3 290 0,692	6 471 0,818	11 959 0,915	5 760 0,811	13 530 0,976	17 386 1,049	20 780 1,093	30 647 1,201
18	159 0,332	250 0,369	602 0,465	1 059 0,514	2 267 0,627	3 393 0,714	6 667 0,843	12 312 0,941	5 934 0,835	13 984 1,009	17 891 1,078	21 403 1,125	31 538 1,236
19	163 0,34	256 0,378	617 0,477	1 088 0,527	2 331 0,645	3 530 0,743	6 854 0,866	12 665 0,969	6 100 0,859	14 428 1,042	18 379 1,108	21 969 1,156	32 401 1,27
20	167 0,35	264 0,388	632 0,488	1 117 0,542	2 395 0,662	3 618 0,761	7 028 0,888	13 017 0,996	6 254 0,88	14 850 1,072	18 858 1,137	22 538 1,186	33 240 1,283
22	173 0,368	273 0,409	662 0,512	1 175 0,57	2 521 0,698	3 795 0,798	7 374 0,931	13 723 1,05	6 562 0,923	15 575 1,124	19 784 1,193	23 639 1,243	34 864 1,367
24	184 0,387	291 0,43	693 0,536	1 233 0,598	2 649 0,733	3 922 0,825	7 700 0,972	14 428 1,103	6 854 0,964	17 531 1,194	20 658 1,245	24 591 1,299	36 414 1,428
26	193 0,404	305 0,449	723 0,558	1 277 0,62	2 751 0,761	4 084 0,859	8 015 1,013	15 134 1,158	7 134 1,004	16 930 1,222	21 501 1,296	25 700 1,351	37 903 1,485
28	201 0,423	319 0,47	754 0,582	1 324 0,642	2 853 0,790	4 236 0,89	8 318 1,051	15 671 1,199	7 403 1,042	17 569 1,268	22 313 1,345	26 669 1,403	39 333 1,542
30	208 0,435	329 0,484	779 0,602	1 367 0,663	2 955 0,818	4 388 0,923	8 610 1,088	16 221 1,241	7 663 1,079	18 186 1,312	23 096 1,393	27 607 1,452	40 715 1,595
32	214 0,449	339 0,499	803 0,62	1 428 0,685	3 058 0,846	4 540 0,956	8 893 1,121	16 754 1,281	7 915 1,114	18 834 1,355	23 853 1,438	28 511 1,5	42 051 1,648
34	220 0,462	348 0,514	828 0,64	1 457 0,717	3 189 0,874	4 680 0,986	9 167 1,158	17 271 1,321	8 159 1,149	19 360 1,398	24 251 1,462	29 394 1,546	43 343 1,698
36	226 0,476	359 0,528	853 0,659	1 502 0,729	3 248 0,899	4 825 1,016	9 432 1,191	17 770 1,36	8 395 1,182	19 922 1,438	25 305 1,525	30 241 1,56	44 600 1,748
38	233 0,488	369 0,543	879 0,709	1 547 0,751	3 336 0,923	4 967 1,045	9 691 1,224	18 258 1,397	8 625 1,214	20 467 1,477	25 996 1,567	31 069 1,635	45 819 1,8
40	239 0,502	378 0,557	902 0,697	1 591 0,777	3 425 0,948	5 109 1,075	9 942 1,256	18 732 1,433	8 848 1,246	21 000 1,516	26 671 1,608	31 877 1,677	47 012 1,843
45	254 0,535	403 0,594	952 0,735	1 648 0,824	3 645 1,007	5 293 1,122	10 546 1,332	19 864 1,519	9 385 1,323	22 274 1,609	28 287 1,705	33 811 1,779	49 864 1,954
50	270 0,567	427 0,63	1 001 0,774	1 782 0,868	3 818 1,062	5 707 1,201	11 114 1,403	21 561 1,602	9 892 1,393	23 479 1,694	29 819 1,797	35 639 1,875	52 554 2,06
55	282 0,595	447 0,659	1 050 0,811	1 866 0,911	4 006 1,114	5 985 1,26	11 658 1,471	21 966 1,68	10 375 1,461	24 624 1,778	31 273 1,885	37 378 1,966	55 127 2,166
60	295 0,618	467 0,687	1 099 0,849	1 950 0,952	4 183 1,164	6 252 1,315	12 177 1,537	22 943 1,755	10 837 1,525	25 720 1,856	32 663 1,969	39 041 2,054	57 579 2,251
65	307 0,644	486 0,715	1 148 0,887	2 029 0,989	4 354 1,211	6 507 1,369	12 674 1,6	23 825 1,826	11 280 1,587	26 771 1,932	33 981 2,05	40 635 2,138	59 931 2,348
70	318 0,670	504 0,744	1 198 0,925	2 106 1,028	4 519 1,257	6 743 1,42	13 023 1,664	24 779 1,895	11 705 1,647	27 779 2,005	35 382 2,127	42 168 2,218	62 193 2,437
75	331 0,695	524 0,772	1 241 0,958	2 179 1,063	4 677 1,300	6 990 1,47	13 524 1,713	25 651 1,962	12 123 1,705	28 754 2,075	36 519 2,201	43 648 2,295	64 375 2,522
80	342 0,717	541 0,796	1 281 0,99	2 250 1,097	4 830 1,343	7 219 1,52	13 968 1,775	26 517 2,026	12 520 1,76	29 699 2,143	37 718 2,273	45 080 2,371	66 489 2,606
85	352 0,737	557 0,821	1 321 1,020	2 321 1,131	4 980 1,385	7 441 1,565	14 392 1,83	27 332 2,089	12 905 1,815	30 613 2,209	38 876 2,343	46 466 2,444	68 533 2,686
90	362 0,761	574 0,845	1 360 1,05	2 390 1,164	5 123 1,425	7 657 1,611	15 805 1,883	28 125 2,15	13 279 1,866	31 499 2,273	40 004 2,411	47 810 2,515	70 521 2,763
95	372 0,782	589 0,868	1 397 1,078	2 452 1,195	5 264 1,463	7 862 1,65	15 220 1,995	28 895 2,208	13 642 1,929	32 363 2,336	41 100 2,477	49 124 2,584	72 450 2,84
100	382 0,802	605 0,89	1 433 1,105	2 517 1,288	5 401 1,501	8 071 1,698	15 616 1,994	29 646 2,265	13 998 1,98	33 202 2,397	42 162 2,541	50 400 2,651	74 332 2,913
110	400 0,842	634 0,934	1 503 1,161	2 640 1,288	5 565 1,576	8 465 1,781	16 378 2,088	31 093 2,376	14 682 2,075	34 824 2,513	44 227 2,665	52 860 2,781	77 969 3,055
120	418 0,878	662 0,975	1 570 1,212	2 757 1,346	5 916 1,646	8 841 1,86	17 107 2,181	32 487 2,472	15 334 2,168	36 374 2,625	46 193 2,784	55 211 2,905	

Продолжение табл. 46.2

[illegible] строка), и скорость движения воды, м/с (нижняя строка), по трубам												
[illegible]—70) наружным диаметром и толщиной стенки, мм												
[illegible]	(114/4)	(127/4)	133/4	(140/4,5)	(152/4,5)	159/4,5	168,5	194/5	219/6	245/6	273/7	299/8
[illegible]	41 885 1,294	55 471 1,385	63 032 1,427	72 888 1,479	91 445 1,559	99 719 1,530	113 640 1,61	169 530 1,771	230 796 1,905	307 633 2,039	415 181 2,189	523 544 2,312
[illegible]	43 098 1,332	57 078 1,426	64 856 1,468	75 033 1,522	74 097 1,605	102 631 1,574	116 958 1,657	174 412 1,822	237 459 1,960	316 686 2,099	427 130 2,252	538 716 2,379
[illegible]	44 282 1,368	58 645 1,465	66 636 1,503	77 058 1,56′	96 676 1,649	105 438 1,617	120 134 1,702	179 198 1,872	244 001 2,014	325 286 2,156	438 890 2,314	553 435 2,444
[illegible]	45 432 1,404	60 167 1,503	68 365 1,547	80 900 1,642	99 188 1,692	108 143 1,659	123 240 1,746	183 889 1,921	250 301 2,066	333 735 2,212	450 270 2,374	567 928 2,508
[illegible]	67 650 '1,472	63 103 1,577	71 700 1.623	82 919 1,683	104 031 1,775	113 470 1,74	129 310 1,832	192 791 2,014	262 538 2,167	350 029 2,32	472 271 2,49	595 554 2,63
[illegible]	49 767 1,538	65 911 1,647	74 893 1,695	86 609 1,758	109 693 1,853	118 486 1,817	135 027 1,918	201 406 2,104	274 289 2,264	365 569 2,423	493 324 2,601	622 049 2,747
[illegible]	51 807 1,601	68 602 1,714	77 948 1,764	90 146 1,83	112 580 1,929	123 320 1,891	140 533 1,991	209 639 2,19	285 436 2,356	380 506 2,522	513 429 2,707	647 411 2,859
[illegible]	53 755 1,66	71 196 1,779	80 892 1,831	93 550 1,899	117 371 2,002	127 963 1,963	145 827 2,066	217 488 2 272	295 218 2,445	394 879 2,617	532 775 2,809	671 857 2,967
[illegible]	55 642 1,719	73 694 1,841	83 732 1,895	96 854 1,966	121 490 2,042	132 484 2,032	150 979 2,139	255 146 2,352	306 637 2,531	408 719 2,709	551 552 2,908	695 417 3,071
[illegible]	57 476 1,776	75 107 1,901	86 476 1,957	100 005 2,03	125 469 2,14	136 820 2,099	155 920 2,209	232 517 2,429	316 693 2,614	422 147 2,798	569 570 3,003	
[illegible] 946 [illegible],766	59 236 1,83	78 452 1,96	89 142 2,018	103 034 2,093	129 334 2,205	141 031 2,163	160 719 2,277	239 697 2,504	326 385 2,694	435 122 2,884	587 200 3,096	
[illegible] 423 [illegible],818	61 030 1,883	80 728 2,016	91 723 2,076	106 075 2,153	133 084 2,27	145 120 2,226	165 379 2,343	246 684 2 577	336 835 2,772	447 796 2,968		
[illegible] 861 [illegible] 867	62 624 1.934	82 939 2,072	94 244 2,133	108 981 2,212	136 741 2,332	149 021 2,287	169 825 2,407	253 385 2 647	345 043 2,848	460 017 3,049		
55 260 1,916	64 250 1,985	85 094 2,126	96 686 2,189	111 813 2,27	140 282 2,398	152 986 2,347	174 343 2,47	259 990 2,716	354 003 2,922			
58 508 2,032	68 149 1,105	90 253 2,225	102 552 2,322	118 602 2,407	148 482 2,538	162 215 2,488	184 860 2,619	275 785 2,881	375 573 3,1			
61 784 2,142	71 883 2,219	95 138 2,377	108 099 2,447	125 011 2,538	156 841 2,675	171 010 2,623	194 883 2,761	290 718 3,087				
64 796 2,246	75 340 2,328	99 781 2,493	113 373 2,567	131 111 2,662	164 492 2,806	179 371 2,751	204 412 2,898					
67 681 2,346	78 691 2,431	104 217 2,604	118 415 2,686	135 941 2,78	171 811 2,93	187 361 2,874	213 517 3,025					
70 444 2,442	81 402 2,505	108 472 2,71	122 620 2,79	137 590 2,893	178 829 3,05	194 980 2,99						
73 100 2,535	84 997 2,625	112 567 2,812	127 902 2,895	147 906 3,002								
75 666 2,623	87 977 2,718	116 520 2,911	132 435 2,997									
78 149 2,710	90 865 2,807	120 342 3,007	136 735 3,095									
80 553 2,793	93 662 2,893	124 045 3,099										
82 891 2,874	96 376 2,978											
85 157 2,953	99 650 3,059											
87 371 3,029												

ТАБЛИЦА 16.1

ПОТЕРИ ДАВЛЕНИЯ НА МЕСТНЫЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА ТРУБОПРОВОДОВ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ ($\gamma_{ср}$ =983,2 кг/м³*)

Скорость движения воды, м/с	Потери давления, кгс/м², при сумме коэффициентов местных сопротивлений Σζ									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,01	0,005	[illegible]	0,015	0,02	0,025	0,03	0,035	0,04	0,015	0,05
0,015	0,011	[illegible]	0,034	0,045	0,056	0,068	0,079	0,090	0,102	0,113
0,02	0,02	0,04	0,06	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20
0,025	0,031	0,063	0,094	0,125	0,157	0,188	0,219	0,251	0,282	0,313
0,03	0,045	0,09	0,135	0,180	0,226	0,271	0,316	0,361	0,406	0,451
0,035	0,061	0,123	0,184	0,246	0,307	0,368	0,430	0,491	0,553	0,614
0,04	0,08	0,16	0,241	0,321	0,401	0,481	0,561	0,642	0,722	0,802
0,045	0,102	0,203	0,304	0,406	0,507	0,609	0,710	0,812	0,913	1,015
0,05	0,125	0,251	0,376	0,501	0,626	0,752	0,877	1,002	1,128	1,253
0,055	0,15	0,30	0,45	0,61	0,76	0,91	1,06	1,21	1,36	1,52
0,06	0,18	0,36	0,54	0,72	0,90	1,08	1,26	1,44	1,62	1,80
0,065	0,21	0,42	0,64	0,85	1,06	1,27	1,48	1,69	1,91	2,12
0,07	0,25	0,49	0,74	0,98	1,23	1,47	1,72	1,96	2,21	2,46
0,075	0,28	0,56	0,85	1,13	1,40	1,69	1,97	2,26	2,54	2,82
0,08	0,32	0,64	0,96	1,28	1,60	1,92	2,25	2,57	2,89	3,21
0,085	0,36	0,72	1,09	1,45	1,81	2,17	2,53	2,90	3,26	3,62
0,09	0,41	0,81	1,22	1,62	2,03	2,44	2,84	3,25	3,65	4,06
0,095	0,45	0,9	1,36	1,81	2,26	2,71	3,17	3,62	4,07	4,52
0,1	0,50	1	1,5	2	2,51	3,01	3,51	4,01	4,51	5,01
0,105	0,55	1,11	1,66	2,21	2,76	3,32	3,87	4,42	4,97	5,53
0,11	0,61	1,21	1,82	2,43	3,03	3,64	4,24	4,85	5,46	6,06
0,115	0,66	1,33	1,99	2,65	3,31	3,98	4,64	5,30	5,96	6,63
0,12	0,72	1,44	2,16	2,89	3,51	4,33	5,05	5,77	6,49	7,22
0,125	0,78	1,57	2,35	3,13	3,92	4,7	5,48	6,26	7,05	7,83
0,13	0,85	1,69	2,54	3,39	4,23	5,08	5,93	6,78	7,62	8,47
0,135	0,91	1,83	2,74	3,65	4,57	5,48	6,39	7,31	8,22	9,13
0,14	0,98	1,96	2,95	3,93	4,91	5,89	6,88	7,86	8,84	9,82
0,145	1,05	2,11	3,16	4,21	5,27	6,32	7,38	8,43	9,48	10,54
0,15	1,13	2,26	3,38	4,51	5,64	6,77	7,89	9,02	10,15	11,28
0,155	1,20	2,41	3,61	4,82	6,02	7,22	8,43	9,63	10,84	12,04
0,16	1,28	2,57	3,85	5,13	6,41	7,70	8,98	10,26	11,55	12,83
0,165	1,36	2,73	4,09	5,46	6,82	8,19	9,55	10,92	12,28	13,64
0,17	1,45	2,90	4,34	5,79	7,24	8,69	10,14	11,59	13,03	14,48
0,175	1,53	3,07	4,6	6,14	7,67	9,21	10,7	12,3	13,8	15,3
0,18	1,62	3,25	4,87	6,49	8,12	9,74	11,4	13	14,6	16,2
0,185	1,72	3,43	5,15	6,86	8,58	10,3	12	13,7	15,4	17,2
0,19	1,81	3,62	5,43	7,24	9,05	10,9	12,7	14,5	16,3	18,1
0,195	1,91	3,81	5,72	7,62	9,53	11,4	13,3	15,2	17,2	19,1
0,2	2	4,01	6,01	8,02	10	12	14	16	18	20
0,205	2,1	4,2	6,3	8,4	10,5	12,6	14,7	16,8	19	21,1
0,21	2,2	4,4	6,6	8,8	11,1	13,3	15,5	17,7	19,9	22,1
0,215	2,3	4,6	6,9	9,3	11,6	13,9	16,2	18,5	20,8	23,2
0,22	2,4	4,9	7,3	9,7	12,1	14,6	17	19,4	21,8	24,3
0,225	2,5	5,1	7,6	10,1	12,7	15,2	17,8	20,3	22,8	25,4
0,23	2,7	5,3	8	10,6	13,3	15,9	18,6	21,2	23,9	26,5
0,235	2,8	5,5	8,3	11,1	13,8	16,6	19,4	22,1	24,9	27,7
0,24	2,9	5,8	8,7	11,5	14,4	17,3	20,2	23,1	26,0	28,9
0,245	3	6	9	12	15	18	21,1	24,1	27,1	30,1

Продолжение табл. 46.3

[illegible]	Потери давления, кгс/м², при сумме коэффициентов местных сопротивлений Σζ									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
[illegible]	3,1	6,3	9,4	12,5	15,7	18,8	21,9	25,1	28,2	31,3
[illegible]	3,3	6,5	9,8	13	16,3	19,6	22,8	26,1	29,3	32,6
[illegible]	3,4	6,8	10,2	13,6	16,9	20,3	23,7	27,1	30,5	33,9
[illegible]	3,5	7	10,6	14,1	17,6	21,1	24,6	28,2	31,7	35,2
[illegible]	3,7	7,3	11	14,6	18,3	21,9	25,6	29,2	32,9	36,5
[illegible]	3,8	7,6	11,4	15,2	18,9	22,7	26,5	30,3	34,1	37,9
[illegible]	3,9	7,9	11,8	15,7	19,6	23,6	27,5	31,4	35,4	39,3
[illegible]	4,1	8,1	12,2	16,3	20,4	24,4	28,5	32,6	36,6	40,7
[illegible]	4,2	8,4	12,6	16,9	21,1	25,3	29,5	33,7	37,9	42,1
[illegible]	4,4	8,7	13,1	17,4	21,8	26,2	30,5	34,9	39,3	43,6
[illegible]	4,5	9	13,5	18	22,6	27,1	31,6	36,1	40,6	45,1
[illegible]	4,7	9,3	14	18,6	23,3	28	32,6	37,3	42	46,6
...31	4,8	9,6	14,4	19,3	24,1	28,9	33,7	38,5	43,3	48,2
...315	5	9,9	14,9	19,9	24,9	29,8	34,8	39,8	44,8	49,7
,32	5,1	10,3	15,4	20,5	25,7	30,8	35,9	41,1	46,2	51,3
,325	5,3	10,6	15,9	21,2	26,5	31,8	37,1	42,3	47,6	52,9
,33	5,5	10,9	16,4	21,8	27,3	32,7	38,2	43,7	49,1	54,6
,335	5,6	11,2	16,9	22,5	28,1	33,7	39,4	45	50,6	56,2
,34	5,8	11,6	17,4	23,2	29	34,8	40,6	46,3	52,1	57,9
,345	6	11,9	17,9	23,9	29,8	35,8	41,8	47,7	53,7	59,6
,35	6,1	12,3	18,4	24,6	30,7	36,8	43	49,1	55,3	61,4
,355	6,3	12,6	18,9	25,3	31,6	37,9	44,2	50,5	56,8	63,2
,36	6,5	13	19,5	26	32,5	39	45,5	52	58,5	65
,365	6,7	13,4	20	26,7	33,4	40,1	46,7	53,4	60,1	66,8
,37	6,9	13,7	20,6	27,4	34,3	41,2	48	54,9	61,7	68,6
,375	7	14,1	21,1	28,2	35,2	42,3	49,3	56,4	63,4	70,5
0,38	7,2	14,5	21,7	28,9	36,2	43,4	50,7	57,9	65,1	72,4
0,385	7,4	14,9	22,3	29,7	37,1	44,6	52	59,4	66,9	74,3
0,39	7,6	15,2	22,9	30,5	38,1	45,7	53,4	61	68,6	76,2
0,395	7,8	15,6	23,5	31,3	39,1	46,9	54,7	62,6	70,4	78,2
0,4	8	16	24,1	32,1	40,1	48,1	56,1	64,1	72,2	80,2
0,405	8,2	16,4	24,7	32,9	41,1	49,3	57,5	65,8	74	82,2
0,41	8,4	16,8	25,3	33,7	42,1	50,5	59	67,4	75,8	84,2
0,415	8,6	17,3	25,9	34,5	43,2	51,8	60,4	69	77,7	86,3
0,42	8,8	17,7	26,5	35,4	44,2	53	61,9	70,7	79,6	88,4
0,425	9,1	18,1	27,2	36,2	45,3	54,3	63,4	72,4	81,5	90,5
0,43	9,3	18,5	27,8	37,1	46,3	55,6	64,9	74,1	83,4	92,7
0,435	9,5	19	28,4	37,9	47,4	56,9	66,4	75,9	85,3	94,8
0,44	9,7	19,4	29,1	38,8	48,5	58,2	67,9	77,6	87,3	97
0,445	9,9	19,8	29,8	39,7	49,6	59,5	69,5	79,4	89,3	99,2
0,45	10,1	20,3	30,4	40,6	50,7	60,9	71	81,2	91,3	101,5
0,455	10,4	20,8	31,1	41,5	51,9	62,3	72,6	83	93,4	103,8
0,46	10,6	21,2	31,2	42,4	53	63,6	74,2	84,8	95,4	106
0,465	10,8	21,7	32,5	43,3	54,2	65	75,9	86,7	97,5	108,4
0,47	11,1	22,1	33,2	44,3	55,4	66,4	77,5	88,6	99,6	110,7
0,475	11,3	22,6	33,9	45,2	56,5	67,8	79,1	90,5	101,8	113,1
0,48	11,5	23,1	34,6	46,2	57,7	69,3	80,8	92,4	103,9	115,5
0,485	11,8	23,6	35,4	47,2	58,9	70,7	82,5	94,3	106,1	117,9

Продолжение табл. 4

Скорость движения воды, м/с	Потери давления, кгс/м², при сумме коэффициентов местных сопротивлений $\Sigma\xi$									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,49	12	24,1	36,1	48,1	60,2	72,2	84,2	96,2	108,3	120,3
0,495	12,3	24,6	36,8	49,1	61,4	73,7	86	98,2	110,5	122,8
0,5	12,5	25,1	37,6	50,1	62,6	75,2	87,7	100,2	112,8	125,3
0,51	13	26,1	39,1	52,1	65,2	78,2	91,2	104,3	117,3	130,4
0,52	13,6	27,1	40,7	54,2	67,8	81,3	94,9	108,4	122	135,5
0,53	14,1	28,2	42,2	56,3	70,4	84,5	98,5	112,6	126,7	140,8
0,54	14,6	29,2	43,8	58,5	73,1	87,7	102,3	116,9	131,5	146,1
0,55	15,2	30,3	45,5	60,6	75,8	91	106,1	121,3	136,4	151,6
0,56	15,7	31,4	47,1	62,9	78,6	94,3	110	125,7	141,4	157,2
0,57	16,3	32,6	48,8	65,1	81,4	97,7	114	130,3	146,5	162,8
0,58	16,9	33,7	50,6	67,4	84,3	101,2	118	134,9	151,7	168,6
0,59	17,4	34,9	52,3	69,8	87,2	104,7	122,1	139,6	157	174,4
0,6	18	36,1	54,1	72,2	90,2	108,2	126,3	144,3	162,3	180,4
0,61	18,7	37,3	56	74,6	93,3	111,9	130,6	149,2	167,9	186,5
0,62	19,3	38,5	57,8	77,1	96,3	115,6	134,8	154,1	173,4	192,6
0,63	19,9	39,8	59,7	79,6	99,5	119,3	139,2	159,1	179,6	198,9
0,64	20,5	41,1	61,6	82,1	102,6	123,2	143,7	164,2	184,7	205,3
0,65	21,2	42,3	63,5	84,7	105,9	127	148,2	169,4	190,6	211,7
0,66	21,8	43,7	65,5	87,3	109,8	131	152,8	174,6	196,5	218,3
0,67	22,5	45	67,5	90	112,5	135	157,5	180	202,5	225
0,68	23,2	46,3	69,5	92,7	115,9	139	162,2	185,4	208,6	231,7
0,69	23,9	47,7	71,6	95,4	119,3	143,2	167	190,9	214,7	238,6
0,70	24,6	49,1	73,7	98,2	122,8	147,3	171,9	196,4	221	245,6
0,71	25,3	50,5	75,8	101,1	126,3	151,6	176,8	202,1	227,4	252,6
0,72	26	52	77,9	103,9	129,9	155,9	181,9	207,8	233,8	259,8
0,73	26,7	53,3	80,1	106,8	133,5	160,2	186,9	213,6	240,4	267,1
0,74	27,4	54,9	82,3	109,4	137,2	164,7	192,1	219,5	247	274,4
0,75	28,2	56,4	88,6	112,8	141	169,1	197,3	225,5	253,7	281,9
0,76	28,9	57,9	86,8	115,8	144,7	173,7	202,6	231,6	260,5	289,5
0,77	29,7	59,4	89,1	118,9	148,6	178,3	208	237,7	267,4	297,1
0,78	30,5	61	91,5	122	152,5	172,9	213,4	243,9	274,4	304,9
0,79	31,3	62,6	93,8	125,1	156,4	187,7	218,9	250,2	281,5	312,8
0,8	32,1	64,1	96,2	128,3	160,4	192,4	224,5	256,6	288,7	320,7
0,85	36,2	72,4	108,6	144,8	181	217,2	253,5	289,7	325,9	362,1
0,9	40,6	81,2	121,8	162,4	203	243,6	284,1	324,7	365,3	405,9
0,95	45,2	90,5	135,7	180,9	226,1	271,4	316,6	361,8	407,1	452,3
1	50	110	150	200	251	301	351	401	451	501
1,05	55	111	166	221	276	332	387	442	497	553
1,1	61	121	182	243	303	364	424	485	546	606
1,15	66	133	199	265	331	398	464	530	596	663
1,2	72	144	216	289	361	433	505	577	649	722
1,25	78	157	235	313	392	470	548	626	705	783
1,3	85	169	254	339	423	508	593	678	762	847
1,35	91	183	274	365	457	548	639	731	822	913
1,4	98	196	295	393	491	589	688	786	864	982

Продолжение табл. 46.3

…сть …ения …, м/с	Потери давления, кгс/м², при сумме коэффициентов местных сопротивлений Σζ									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
…	105	211	316	421	527	632	738	843	948	1054
…	113	226	338	451	564	677	789	902	1015	1128
…55	120	241	361	482	602	722	843	963	1084	1204
…	128	257	385	513	641	770	898	1026	1155	1233
…65	136	273	409	546	682	819	955	1091	1228	1364
…	145	290	434	579	724	869	1014	1159	1303	1448
…,75	153	307	460	614	767	921	1074	1228	1381	1535
…	162	325	487	649	812	974	1137	1299	1461	1624
…85	172	343	515	686	858	1029	1201	1372	1544	1715
…	181	362	543	724	905	1085	1266	1447	1628	1809
…,95	191	381	572	762	953	1143	1334	1525	1715	1906
…	200	401	601	802	1002	1203	1403	1604	1804	2005
…,05	211	421	632	842	1053	1264	1474	1685	1895	2106
…,1	221	442	668	884	1105	1326	1547	1768	1989	2210
…15	232	463	695	927	1158	1390	1622	1853	2085	2317
…,2	243	485	728	970	1213	1455	1698	1940	2183	2426
…,25	254	507	761	1015	1269	1522	1776	2030	2283	2537
…,3	265	530	795	1060	1326	1591	1856	2121	2386	2651
2,35	277	554	830	1107	1384	1661	1937	2214	2491	2768
…,4	289	577	866	1155	1443	1732	2021	2309	2593	2887
2,45	301	602	902	1203	1504	1805	2106	2407	2707	3008
2,5	313	626	940	1253	1566	1879	2193	2506	2819	3132
2,55	326	652	978	1303	1629	1955	2281	2607	2933	3259
2,6	339	678	1016	1355	1694	2033	2371	2710	3049	3388
2,65	352	704	1056	1408	1760	2112	2464	2815	3167	3519
2,7	365	731	1096	1461	1827	2192	2557	2923	3288	3653
2,75	379	758	1137	1516	1895	2274	2653	3032	3411	3790
2,8	393	786	1179	1572	1964	2357	2750	3143	3535	3929
2,85	407	814	1221	1628	2035	2442	2849	3256	3664	4071
2,9	421	843	1264	1686	2107	2529	2950	3372	3793	4215
2,95	436	872	1308	1744	2181	2617	3053	3489	3925	4361
3	451	902	1353	1804	2255	2706	3157	3608	4059	4510
3,1	482	963	1445	1926	2408	2890	3371	3853	4334	4816

* Объемная масса воды принята для систем отопления с температурой теплоносителя 95° С. При температуре теплоносителя от …5 до 150° С фактические потери давления будут менее приведенных на 0,5—1,5% (в зависимости от температуры теплоносителя).

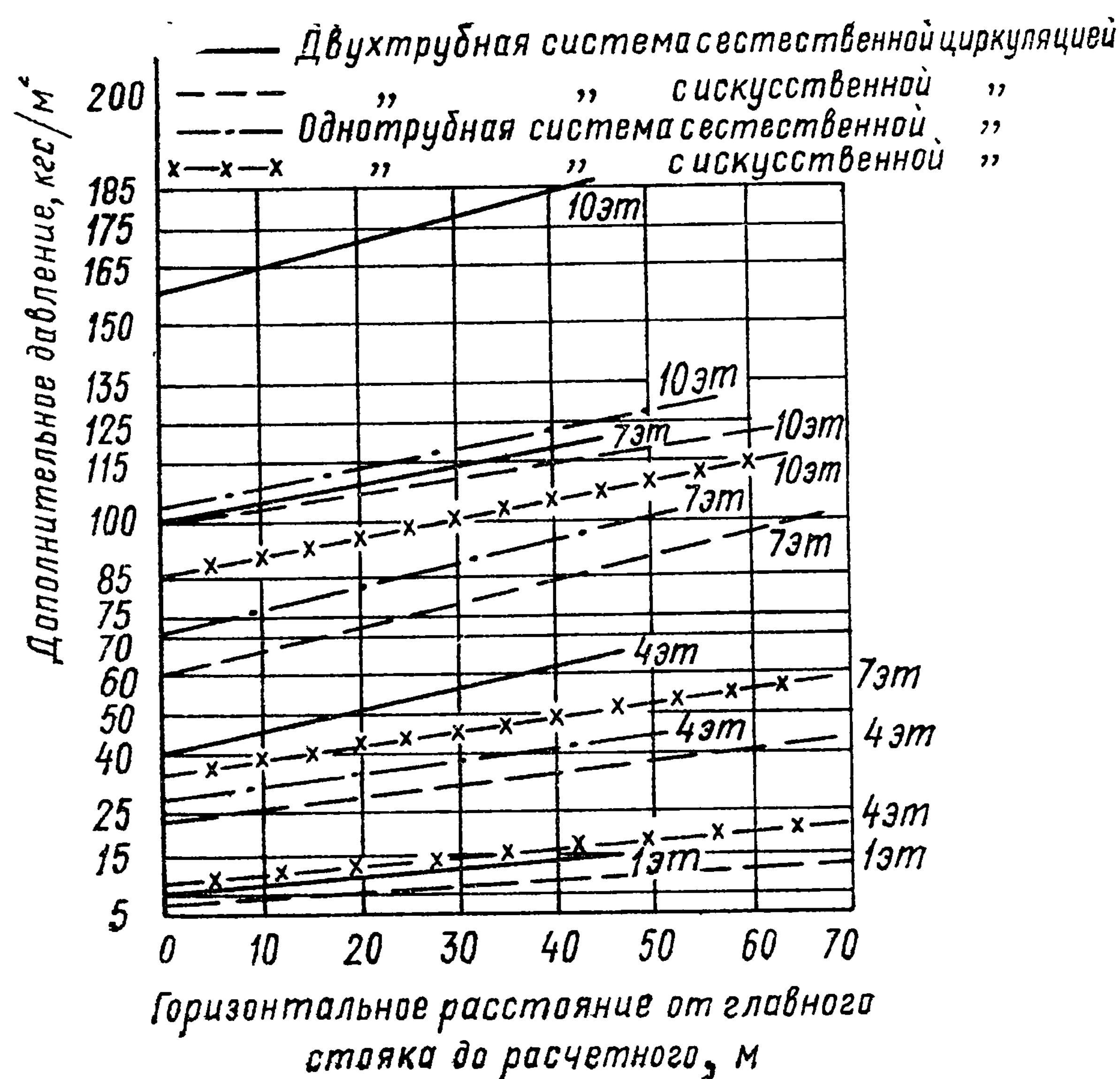


Рис. 46.1. График для определения дополнительных давлений, образующихся вследствие охлаждения воды в трубопроводах (к табл. 46.1—46.3)

Примечания: 1. График составлен для открытой прокладки стояков при изолированных магистральных трубопроводах.

2. При прокладке стояков в бороздах без изоляции вводят поправочный коэффициент 0,75.

3. При прокладке стояков в бороздах с изоляцией дополнительное давление, образующееся вследствие охлаждения воды, не учитывают.

ДЛЯ РАСЧЕТА ТРУБОПРОВОДОВ ПАРОВОГО ОТОПЛЕНИЯ НИЗКОГО

Потери давления на трение на 1 м, кгс/м²	Количество проходящего тепла, ккал/ч (верхняя строка)… стальным водогазопроводным (газовым) обыкновенным (ГОСТ 3262—62) условным проходом, мм							
	10	15	20	25	32	40	50	70
0,5	425 2,62	674 2,9	1284 2,9	2034 2,9	4490 3,65	6830 4,2	13 420 5,06	25 522 5,7
0,55	433 2,66	686 2,95	1351 3,05	2174 3,1	4736 3,85	7155 4,4	14 120 5,26	27 089 6,05
0,6	440 2,7	697 3	1396 3,15	2244 3,2	4982 4,05	7562 4,65	14 880 5,58	28 209 6,3
0,65	448 2,75	709 3,05	1440 3,25	2350 3,35	5228 4,25	7806 4,8	15 480 5,82	29 328 6,55
0,7	455 2,79	721 3,1	1484 3,35	2455 3,5	5413 4,4	8050 4,95	16 220 6,11	30 672 6,85
0,75	462 2,84	732 3,15	1506 3,4	2560 3,65	5659 4,6	8375 5,15	16 820 6,35	32 015 7,15
0,8	470 2,88	744 3,2	1528 3,45	2665 3,8	5843 4,75	8619 5,3	17 450 6,54	33 134 7,4
0,85	477 2,93	755 3,25	1551 3,5	2735 3,9	6028 4,9	8944 5,5	17 750 6,68	34 030 7,6
0,9	484 2,97	767 3,3	1595 3,6	2841 4,05	6212 5,05	9188 5,65	18 580 6,97	34 925 7,8
0,95	492 3,02	779 3,35	1639 3,7	2911 4,15	6397 5,2	9513 6,85	19 100 7,11	36 045 8,05
1	499 3,07	790 3,4	1760 3,85	3016 4,3	6581 5,35	9757 6	19 600 7,36	36 940 8,25
1,1	521 3,2	825 3,55	1794 4,05	3191 4,55	6889 5,6	10 326 6,35	20 750 7,78	38 955 8,7
1,2	535 3,29	848 3,65	1883 4,25	3332 4,75	7192 5,85	10 896 6,7	21 575 8,12	40 298 9
1,3	550 3,37	872 3,75	1971 4,45	3472 4,95	7504 6,1	11 383 7	22 430 8,45	42 089 9,4
1,4	565 3,47	895 3,85	2038 4,6	3612 5,15	7750 6,3	11 790 7,25	23 470 8,75	43 657 9,75
1,5	587 3,6	930 4	2127 4,8	3752 5,35	8057 6,55	12 197 7,5	24 380 9,18	45 448 10,15
1,6	594 3,65	941 4,05	2193 4,95	3893 5,55	8303 6,75	12 603 7,75	25 150 9,58	47 015 10,5
1,7	609 3,74	965 4,15	2282 5,15	3998 5,7	8611 7	13 010 8	25 680 9,75	48 582 10,85
1,8	624 3,83	988 4,25	2348 5,3	4138 5,9	8857 7,2	13 416 8,25	26 680 10,02	50 149 11,2
1,9	632 3,92	1011 4,35	2415 5,45	4278 6,1	9177 7,45	13 823 8,5	27 180 10 3	51 769 11,55
2	660 4,06	1046 4,5	2481 5,6	4454 6,35	9472 7,7	14 229 8,75	28 080 10,55	53 [illegible] 11,[illegible]

ТАБЛИЦА 46.4

[illegible] ОТ 0,05 ДО 0,2 кгс/см²) ПРИ $k_{ш}$ =0,2 мм

[illegible] жения пара, м/с (нижняя строка), по трубам															Потери давления на трение на 1 м, кгс/м²
	стальным бесшовным горячекатаным (ГОСТ 8732—70) наружным диаметром и толщиной стенки, мм														
	[illegible]	(83/3,5)	89/3,5	(102/4)	108/4	(114/4)	(127/4)	133/4	(140/4,5)	(152/4,5)	159/4,5	168/5	194/5	219,6	
	[illegible] 315 [illegible]	36 612 6,45	44 233 6,8	65 045 7,45	76 974 7,8	89 716 8,1	118 470 8,65	136 044 9	156 761 9,3	197 591 9,85	214 390 9,95	243 919 10,1	365 190 11,15	501 573 12,1	0,5
[illegible]	[illegible] 338 [illegible],4	38 599 6,8	46 184 7,1	68 538 7,85	80 428 8,15	94 146 8,5	125 318 9,15	142 090 9,4	165 189 9,8	208 624 10,4	223 576 10 4	254 787 10,55	386 480 11,8	526 444 12,7	0,55
[illegible]	[illegible] 997 [illegible],75	40 586 7,15	48 136 7,4	71 593 8,2	84 376 8,55	99 130 8,95	131 482 9,6	148 893 9,85	172 774 10,25	217 651 10,85	233 112 10,75	265 654 11	406 131 12,4	553 388 13,35	0,6
	[illegible] 182 [illegible]	42 288 7,45	50 087 7,7	74 649 8,55	88 323 8,95	103 007 9,3	136 275 9,95	154 939 10,25	179 516 10,65	227 681 11,35	242 649 11,2	276 522 11,45	420 870 12,85	578 260 13,95	0,65
[illegible]	34 604 7,3	43 708 7,7	52 364 8,05	77 705 8,9	92 270 9,35	106 883 9,65	142 438 10,4	160 985 10,65	187 102 11,1	236 706 11,8	253 245 11,75	288 597 11,95	437 246 11,35	605 204 14,6	0,7
[illegible]	35 789 7,55	45 410 8	54 315 8,35	80 761 9,25	95 231 9,65	111 314 10,05	147 232 10,75	167 032 11,05	194 687 11,55	244 732 12,2	262 782 12,3	299 465 12,4	451 985 13,8	623 857 15,05	0,75
[illegible]	37 211 7,85	46 829 8,25	56 267 8,65	83 380 9,55	98 192 9,95	115 190 10,4	152 710 11,15	173 078 11,45	200 586 11,9	252 756 12,6	272 317 12,7	310 333 12,85	466 723 14,25	644 583 15,55	0,8
[illegible]	38 396 8,1	48 249 8,5	58 218 8,95	86 436 9,9	101 152 10,25	119 067 10,75	157 504 11,5	176 101 11,65	207 329 12,3	260 780 13	282 913 13,15	322 408 13,35	481 462 14,7	663 237 16	0,85
[illegible]	39 344 8,3	49 668 8,75	60 169 9,25	89 055 10,2	104 606 10,6	122 390 11,05	162 298 11,85	185 171 12,25	213 228 12,65	267 801 13,35	292 450 13,6	333 276 13,8	497 338 15,2	683 963 16,5	0,9
[illegible]	40 530 8,55	51 371 9,05	61 796 9,5	91 238 10,45	107 567 10,9	125 713 11,35	167 091 12,2	189 706 12,55	219 971 13,05	273 819 13,65	301 985 13,84	344 143 14,25	512 576 15,65	704 689 17	0,95
[illegible]	41 478 8,75	52 790 9,3	63 422 9,75	93 857 10,75	110 527 11,2	129 035 11,65	171 200 12,5	194 996 12,9	225 870 13,4	280 840 14	309 403 14,2	352 595 14,6	527 315 16,1	723 343 17,45	1
[illegible]	43 374 9,15	55 912 9,85	66 349 10,2	98 659 11,3	115 955 11,75	135 681 12,25	179 418 13,1	205 578 13,6	236 827 14,05	292 876 14,6	324 237 14,9	369 501 15,3	553 517 16,9	762 722 18,4	1,1
[illegible]	45 507 9,6	58 182 10,25	69 601 10,7	103 461 11,85	121 383 12,3	141 773 12,8	187 635 13,7	212 380 14,05	246 098 14,6	305 915 15,25	339 071 15,6	386 406 16	578 082 17,65	797 957 19,25	1,2
[illegible] 542 [illegible]	47 403 10	60 453 10,65	72 529 11,15	107 827 12,35	126 810 12,85	147 865 13,35	196 538 14,35	222 961 14,75	255 368 15,15	318 954 15,9	353 906 16,2	403 312 16,7	604 284 18,45	831 119 20,05	1,3
[illegible] 588 [illegible] 55	49 536 10,45	63 007 11,1	75 781 11,65	111 756 12,8	131 744 13,35	153 403 13,85	203 385 14,85	232 031 15,35	264 639 15,7	331 993 16,55	368 746 16,83	420 217 17,4	628 848 19,2	866 353 20,9	1,4
[illegible] 414 [illegible] 85	51 669 10,9	65 277 11,5	78 383 12,05	116 121 13,3	136 185 13,8	158 941 14,35	210 918 15,4	238 833 15,8	273 067 16,2	344 029 17,15	383 575 17,6	437 122 18,1	655 050 20	899 515 21,7	1,5
[illegible] 261 [illegible],2	53 091 11,2	67 548 11,9	80 985 12,45	120 050 13,75	141 120 14,3	163 925 14,8	218 451 15,95	246 391 16,3	282 338 16,75	357 068 17,8	397 350 18,15	452 820 18,75	677 977 20,7	926 459 22,35	1,6
[illegible] 987 [illegible],5	54 750 11,55	69 818 12,3	83 587 12,85	123 106 14,1	145 560 14,75	168 909 15,25	224 614 16,4	253 193 16,75	291 609 17,3	370 107 18,45	410 310 18,9	467 310 19,35	699 266 21,35	953 403 23	1,7
[illegible]3 713 [illegible],8	56 410 11,9	71 805 12,65	86 189 13,25	127 471 14,6	149 508 15,15	174 447 15,75	230 093 16,8	259 995 17,2	300 087 17,8	383 146 19,1	421 520 19,5	480 593 19,9	718 917 21,95	978 274 23,6	1,8
[illegible] 439 [illegible],1	58 069 12,25	73 792 13,65	88 791 13,65	130 964 15	153 455 15,55	178 877 16,25	235 571 17,2	266 797 17,65	309 308 18,35	396 185 19,75	432 316 19,98	492 668 20,4	740 207 22,6	1 005 218 24,25	1,9
[illegible]5 044 [illegible],35	59,728 12,6	75 779 13,35	91 392 14,05	134 456 15,4	157 896 16	183 862 16,6	241 734 17,65	274 355 18,15	318 578 18,9	405 212 20,2	443 972 20,45	505 951 20,95	759 858 23,2	1 032 218 24,9	2

Потери давления на трение на 1 м, кгс/м²	Количество проходящего тепла, ккал/ч (верхняя стр…							
	стальным водогазопроводным (газовым) обыкновенным (ГОСТ 3262—62) условным проходом, мм							
	10	15	20	25	32	40	50	70
2,2	689 4,23	1092 4,7	2614 5,9	4629 6,6	10 026 8,15	15 042 9,25	29 475 11,05	55 745 12,45
2,4	719 4,42	1139 4,9	2747 6,2	4839 6,9	10 456 8,5	15 693 9,65	30 900 11,6	58 433 13,05
2,6	748 4,58	1185 5,1	2858 6,45	5015 7,15	10 825 8,8	16 343 10,05	32 120 12,1	60 895 13,6
2,8	767 4,77	1232 5,3	2968 6,7	5225 7,45	11 256 9,15	16 994 10,45	33 475 12,6	63 356 14,15
3	797 4,95	1278 5,5	3079 6,95	5401 7,7	11 686 9,5	17 644 10,85	34 750 13,1	65 281 14,7
3,2	836 5,14	1325 5,7	3190 7,2	5576 7,95	12 117 9,85	18 295 11,25	36 050 13,5	68 060 15,2
3,4	865 5,32	1371 5,9	3301 7,45	5751 8,2	12 486 10,15	18 945 11,65	37 100 13,9	70 074 15,65
3,6	895 5,49	1418 6,1	3390 7,65	5892 8,4	12 916 10,5	19 433 11,95	38 250 14,3	72 089 16,1
3,8	924 5,67	1464 6,3	3500 7,9	6067 8,65	13 348 10,85	20 002 12,3	39 375 14,7	74 104 16,55
4	946 5,82	1499 6,45	3589 8,1	6242 8,9	13 778 11,2	20 490 12,6	40 650 15,2	76 343 17,05
4,5	1013 6,22	1604 6,9	3832 8,65	6663 9,5	14 577 11,85	21 872 13,45	43 100 16,05	81 045 18,1
5	1078 6,62	1708 7,35	3987 9	7084 10,1	15 377 12,5	23 011 14,16	45 450 17,1	85 522 19,1
5,5	1130 6,94	1790 7,7	4187 9,45	7505 10,7	16 176 13,15	24 068 14,8	47 750 17,9	90 000 20,1
6	1189 7,3	1883 8,1	4364 9,85	7925 11,3	17 037 13,85	25 125 15,45	50 150 18,85	94 030 21
6,5	1240 7,52	1964 8,45	4541 10,25	8206 11,7	17 714 14,4	26 182 16,1	51 950 19,45	97 835 21,85
7	1284 7,88	2034 8,75	4718 10,65	8487 12,1	18 329 14,9	27 239 16,75	54 075 20,15	101 642 22,7
7,5	1335 8,2	2115 9,1	4873 11	8767 12,5	19 006 15,45	28 296 17,4	55 950 21	105 224 23,55
8	1379 8,45	2185 9,4	5073 11,45	9008 12,9	19 682 16	29,353 18,05	57 950 21,7	108 806 24,3
8,5	1430 8,77	2266 9,75	5250 11,85	9288 13,3	20 297 16,5	30 247 18,6	59 650 22,35	112 164 25,05
9	1467 9	2324 10	5427 12,25	9567 13,67	20 850 16,95	31 060 19,1	61 500 22,9	115 522 25,8
9,5	1511 9,3	2394 10,3	5626 12,7	9847 14,1	21 343 17,35	31 955 19,65	62 950 23,65	118 880 26,55
10	1555 9,6	2464 10,6	5804 13,1	10 126 14,5	21 835 17,75	32 768 20,15	64 750 24,4	121 791 27,2

Продолжение табл. 46 4

[illegible]жения пара, м/с (нижняя строка), по трубам														Потери давления на трение на 1 м, кгс/м^2
стальным бесшовным горячекатаным (ГОСТ 8732—70) наружным диаметром и толщиной стенки, мм														
[illegible]3	(83/3,5)	89/3,5	(102/4)	108/4	(114/4)	(127/4)	133/4	(140/4,5)	(152/4,5)	159/4,5	168/5	194/5	219/6	
[illegible]146 [illegible]3	79 752 14,05	95 621 14,7	141 004 16,15	165 297 16,75	193 830 17,5	252 691 18,45	287 960 19,05	336 277 19,95	423 266 21,1	467 284 21,65	532 517 22,05	802 436 24,5	1 083 976 26,15	2,2
[illegible]553 [illegible]55	83 725 14,75	100 174 15,4	147 116 16,85	173 192 17,55	201 029 18,15	264 333 19,3	302 320 20	353 976 21	441 320 22	489 534 22,55	557 874 23,1	833 551 25,45	1 137 866 27,45	2,4
[illegible]497 [illegible].45	87 131 15,35	104 727 16,1	153 227 17,55	181 087 18,35	208 229 18,8	275 290 20,1	315 924 20,9	367 461 21,8	459 374 22,9	510 727 23,5	582 025 24,1	866 304 26,45	1 191 754 28,75	2,6
[illegible]105 [illegible]5	90 537 15,95	108 630 16,7	159 339 18,25	187 502 19	215 428 19,45	286 931 20,95	330 285 21,85	380 103 22,55	477 428 23,8	529 799 24,4	603 760 25	897 419 27,4	1 233 206 29,75	2,8
[illegible]949 [illegible].6	93 943 16,55	112 533 17,3	165 451 18,95	193 423 19,6	222 628 20,1	298 573 21,8	343 889 22,75	392 745 23,3	495 482 24,7	548 872 25,2	625 495 25,9	930 171 28,4	1 274 658 30,75	3
[illegible]556 [illegible].15	97 349 17,15	116 111 17,85	171 126 19,6	198 850 20,15	229 827 20,75	309 530 22,6	354 470 23.45	405 387 24,05	513 536 25,6	566 885 26,2	646 023 26,75	962 924 29,4	1 318 183 31,8	3,2
[illegible]689 [illegible]6,6	100 187 17,65	120 014 18,45	175 928 20,15	204 771 20,75	237 026 21,4	321 171 23,45	364 296 24,1	418 029 24,8	531 590 26,5	585 959 27,07	667 759 27,65	994 038 30,35	1 369 635 32,8	3,4
[illegible]822 [illegible],05	103 025 18,15	123 266 18,95	180 293 20,65	210 199 21,3	244 226 22,05	330 758 24,15	374 121 24,75	430 671 25,55	545 632 27,2	605 031 27,72	689 494 28,55	1 026 791 31,35	1 401 088 33,8	3,6
[illegible]955 17,5	105 863 18,65	126 844 19,5	184 659 21,15	215 627 21,85	251 425 22,7	338 291 24,7	384 702 25,45	444 156 26,35	559 674 27,9	619 865 28,59	706 399 29,25	1 059 543 32,35	1 444 613 34,85	3,8
[illegible]088 17,95	108 701 19,15	130 096 20	189 024 21,65	221 548 22,45	258 625 23,35	346 509 25,3	394 528 26,1	456 798 27,1	574 719 28,65	636 699 29,15	723 304 29,95	1 084 108 33,1	1 486 065 35,85	4
[illegible]303 19,05	115 513 20,35	138 227 21,25	199 938 22,9	235 364 23,85	276 900 25	367 053 26,8	420 225 27,8	488 824 29	609 824 30,4	672 845 30,955	766 775 31,75	1 147 975 35,05	1 571 042 37,9	4,5
[illegible]754 20,2	121 757 21,45	145 708 22,4	210 851 24,15	249 673 25,3	294 622 26,6	387 597 28,3	445 166 29,45	513 265 30,45	645 932 32,2	709 931 32,83	809 038 33,5	1 211 842 37	1 656 019 39,95	5
100 968 21,3	128 001 22,55	152 538 23,45	221 765 25,4	263 489 26,7	307 913 27,8	408 141 29,8	445 747 30,15	538 549 31,95	676 022 33,7	748 077 34,54	852 509 35,3	1 274 072 38,9	1 740 997 42	5,5
105 472 22,25	133 677 23.55	158 392 24,35	232 678 26,65	277 798 28,15	314 005 28,95	428 685 31,3	487 491 32,25	562 990 33,4	705 109 35,15	785 162 35,9	894 772 37,05	1 337 940 40,85	1 825 974 44,05	6
109 975 23,2	139 353 24,55	164 246 25,25	243 592 27,9	288 160 29,2	333 941 30,15	445 120 32,5	507 142 33,55	588 274 34,9	735 199 36,65	819 070 37,62	933 413 38,65	1 390 344 42,45	1 898 515 45,8	6,5
114 241 24,1	143 610 25,3	170 101 26,15	254 606 29,15	298 029 30,2	346 679 31,3	461 555 33,7	527 548 34,9	611 030 36,25	765 289 38,15	847 679 38,9	966 016 40	1 441 110 44	1 971 057 47,55	7
118 270 24,95	148 151 26,1	175 955 27,05	263 763 30,2	308 391 31,25	359 970 32,5	477 990 34,9	547 199 36,2	631 257 37,45	793 373 39,55	876 288 40,35	998 619 41,35	1 493 514 45,6	2 043 598 49,3	7,5
122 063 25,75	150 138 26,45	181 809 27,95	271 531 31,1	318 753 32,3	372 707 33,65	494 426 36,1	566 850 37,5	652 327 38,7	820 454 40,9	905 957 41,61	1 032 430 42,75	1 545 918 47,2	— —	8
126 092 26,6	156 950 27,65	187 338 28,8	279 389 32	328 621 33,3	385 999 34,85	510 860 37,3	583 478 38,6	672 554 39,9	845 529 42,15	934 566 42,96	1 065 033 44,1	1 596 684 48,75	— —	8,5
129 410 27,3	161 207 28,46	193 193 29,7	287 247 32,9	338 983 34,35	395 967 35,75	527 296 38,5	599 349 39,65	692 782 41,1	869 601 43,35	963 175 44,18	1 097 636 45,45	1 644 176 50,2	— —	9
132 254 27,9	165 748 29,2	199 047 30,6	295 104 33,8	349 345 35,4	406 489 36,7	543 731 39,7	615 221 40,7	713 009 42,3	893 673 44,55	992 844 45,52	1 131 446 46,86	— —	— —	9,5
135 336 28,55	170 005 29,95	204 901 31,5	302 962 34,7	351 187 36,6	417 011 37,65	556 058 40,6	631 093 41,75	730 708 43,35	916 742 45,7	1 018 275 46,65	1 160 427 48,05	— —	— —	10

Потери давления на трение на 1 м, кгс/м²	Количество проходящего тепла, ккал/ч (верхняя строка							
	стальным водогазопроводным (газовым) обыкновенным (ГОСТ 3262—62) условным проходом, мм							
	10	15	20	25	32	40	50	70
11	1629 10	2580 11.1	6017 13,65	10 685 15,3	22 881 18,6	34 394 21,15	67 950 25,6	127 612 27,5
12	1701 10,42	2696 11,6	6319 14,25	11 130 15,95	23 926 19,45	36 020 22,15	71 250 26,7	133 432 29,8
13	1783 11	2824 12,15	6579 14,85	11 592 16,6	24 972 20.3	37 647 23,15	74 100 27,8	138 134 30,85
14	1834 11,32	2905 12,5	6823 15,4	12 011 17,2	25 956 21,1	38 917 23,95	78 200 28,8	142 612 31,85
15	1892 11.6	2998 12,9	7088 16	12 500 17,9	27 002 21,95	40 330 24,8	79 620 29,9	147 313 32,9
16	1951 12	3091 13,3	7354 16,6	12 954 18,55	27 863 22,65	41 631 25,6	82 350 31	151 179 33,9
17	2010 12.3	3184 13,7	7620 17,2	13 338 19,1	28 662 23,3	43 013 26,45	85 150 31,9	156 492 34,95
18	2069 12,7	3277 14,1	7864 17,75	13 687 19,6	29 462 23,95	44 314 27,25	87 450 32,8	160 970 35,95
19	2120 13	3358 14,45	8063 18,2	14 072 20,15	30 323 24,65	46 184 28,7	89 750 33,8	165 671 37
20	2178 13,35	34,51 14,85	8263 18,65	14 456 20,7	31 122 25,3	47 322 29,1	92 150 34,6	170 373 38,05
22	2296 14	3637 15,6	8661 19,55	15 189 21,75	32 783 26,65	49 599 30,5	96 830 36,22	179 552 40,1
24	2413 14,75	3823 16,4	9060 20,45	15 957 22,85	34 444 28	51 307 31,55	101 950 37,95	188 731 42,15
26	2516 15,4	3986 17,15	9459 21,39	16 586 23,75	35 797 29,1	53 421 32,85	105 250 39,45	197 910 44,2
28	2633 16,15	4172 17,95	9857 22,25	17 109 24,5	37 089 30,15	55 372 35,05	109 100 40,9	205 074 45,8
30	2714 16,65	4300 18,5	10 168 22,95	17 703 25,35	38 442 31,25	58 218 35,3	113 150 42,43	212 238 47,4
32	2795 17 15	4428 19,05	10 500 23,7	18 297 26,2	39 734 32.3	59 356 36,5	116 950 43,75	219 179 48,94
34	2875 17,65	4555 19,6	10 832 24,45	18 855 27	41 087 33,4	61 226 37,65	120 450 45,2	225 895 50,45
36	2964 18,15	4695 20,2	11 142 25,15	19 449 27,85	42 256 34,35	63 097 38,8	123 950 46,4	— —
38	3044 18,65	4823 20,75	11 474 25,9	20 042 28,7	43 362 35,25	64 967 39,95	127 250 47,65	— —
40	3150 19,15	4951 21,3	11 907 26,65	20 705 29,65	44 531 36,2	67 731 41,65	130 700 48,9	— —
45	3330 20,5	5276 22,7	12 449 28,1	21 928 31,4	47 422 38,55	69 645 43,5	138 400 52	— —
50	3536 21,65	5601 24,1	13 092 29,55	23 115 33,1	48 492 40,6	73 488 45,9	146 150 54,65	— —

Продолжение табл. 46.4

…движения пара, м/с (нижняя строка), по трубам стальным бесшовным горячекатаным (ГОСТ 8732—70) наружным диаметром и толщиной стенки, мм														Потери давления на трение на 1 м, кгс/м²
…	(83/3,5)	89/3,5	(102/4)	108/4	(114/4)	(127/4)	133/4	(140/4,5)	(152/4,5)	159/4,5	168/5	194/5	219/6	
…261 …5	178 803 31,5	216 610 33,3	318 678 36,5	368 950 38,4	437 502 39,5	583 450 42,6	662 837 43,85	766 105 45,45	961 877 47,95	1 064 807 48,74	1 213 558 50,25	— —	— —	11
…186 …5	187 602 33,05	233 622 35,1	333 957 38,25	395 727 40,1	458 546 41,4	609 472 44,5	692 313 45,8	800 660 47,5	1 006 006 50,1	1 111 590 50,83		— —	— —	12
…112 …,3	196 116 34,55	237 425 36,5	350 546 40,15	412 010 41,75	479 037 43,25	634 125 46,3	720 277 47,65	833 529 49,45	— —	— —	— —	— —	— —	13
…037 …,55	200 941 35,4	246 532 37,9	363 642 41,65	427 306 43,3	496 759 44,85	658 093 48,05	747 486 49,45	— —	— —	— —	— —	— —	— —	14
…962 …4,8	213 429 37,6	255 313 39,25	376 302 43,1	442 602 44,85	513 926 46,4	681 376 49,75	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	15
…889 …6,05	220 524 38,85	263 444 40,5	388 525 44,5	456 912 46,3	531 094 47,95	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	16
…6 813 …7,3	227 336 40,05	271 575 41,75	400 748 45,9	471 221 47,75	541 708 49,45	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	17
…2 739 …5,55	233 864 41,2	279 381 42,95	412 098 47,2	484 543 49,1	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	18
…8 664 39,8	240 391 42,35	287 187 44,15	423 449 48,5	497 372 50,4	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	19
…94 115 40,95	246 635 43,45	294 667 45,3	434 362 49,75	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	20
203 596 42,95	258 555 45,55	308 978 47,5	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	22
212 602 44,85	269 908 47,55	322 638 49,6	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	24
221 372 46,7	280 977 49,5	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	26
229 668 48,45	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	28
237 726 50,15	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	30
— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	32
— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	34
— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	36
— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	38
— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	40
— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	45
— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	50

Таблица 465

ПОТЕРИ ДАВЛЕНИЯ НА МЕСТНЫЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА ТРУБОПРОВОДОВ ПАРОВОГО ОТОПЛЕНИЯ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ

Скорость движения пара, м/с	Потери давления, кгс/м², при сумме коэффициентов местных сопротивлений $\Sigma\zeta$									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	1,7	2	2,3	2,6	2,9
3,5	0,4	0,8	1,2	1,6	2	2,4	2,8	3,2	3,6	4
4	0,52	1,04	1,56	2,1	2,6	3,1	3,6	4,1	4,7	5,2
4,5	0,66	1,32	2	2,66	3,32	4	4,66	5,32	6	6,63
5	0,82	1,64	2,46	3,28	4,1	4,52	5,74	6,56	7,4	8,2
5,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6	1,17	2,34	3,51	4,68	5,85	7,02	8,2	9,37	10,54	11,7
6,5	1,37	2,74	4,11	5,48	6,85	8,22	9,6	10,96	12,33	13,7
7	1,6	3,2	4,8	6,4	8	9,6	11,2	12,80	14,4	16
7,5	1,83	3,66	5,5	7,32	9,15	11	12,8	14,64	16,47	18,3
8	2,1	4,2	6,3	8,4	10,5	12,6	14,7	16,8	18,9	21
8,5	2,34	4,68	7	9,36	11,7	14,04	16,4	18,7	21,06	23,4
9	2,64	5,28	7,92	10,56	13,2	15,84	18,48	21,12	23,76	26,4
9,5	2,94	5,88	8,82	11,76	14,7	17,64	20,58	23,52	26,46	29,4
10	3,26	6,52	9,78	13,04	16,3	19,56	22,82	26,08	29,34	32,6
10,5	3,6	7,2	10,8	14,4	18	21,6	25,2	28,8	32,4	36
11	3,94	7,88	11,82	15,76	19,7	23,64	27,58	31,52	35,46	39,4
11,5	4,3	8,6	12,9	17,2	21,5	25,8	30,1	34,4	38,7	43
12	4,7	9,4	14,1	18,8	23,5	28,2	32,9	27,6	42,3	47
12,5	5,1	10,2	15,3	20,4	25,5	30,6	35,7	40,8	45,9	51
13	5,5	11	16,5	22	27,5	33	38,5	44	49,5	55
13,5	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60
14	6,4	12,8	19,2	25,6	32	38,4	44,8	51,2	57,6	64
14,5	6,85	13,7	20,55	27,4	34,25	41,1	48	54,8	61,65	68,5
15	7,35	14,7	22	29,4	36,75	44,1	51,45	58,8	66,15	73,5
15,5	7,85	15,7	23,55	31,4	39,25	47,1	55	62,8	70,65	78,5
16	8,35	16,7	25	33,4	41,75	50,1	58,45	66,8	75,15	83,5
16,5	8,85	17,7	26,55	35,4	44,25	53,1	62	70,8	79,65	84,5

17	9,4	18,8	28,2	37,6	47	56,4	65,8	72,2	84,6	94
17,5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
18	10,5	21	31,5	42,2	52,5	63	73,5	84	94,5	105
19	11,8	23,6	35,4	47,2	59	71	82,6	94,4	106,2	118
20	13	26	39	52	65	78	91	104	117	130
21	14,4	28,8	43,2	57,6	72	86,4	101	115	129,6	144
22	16	32	48	64	76	96	112	128	144	160
23	17,2	34,4	51,6	68,8	80	103	120,4	137,6	154,8	172
24	19	38	57	76	100	119	138	157	171	190
25	20,4	40,8	61,2	81,6	102	122,4	142,8	163,2	183,6	204
26	22	44	66	88	110	132	154	176	198	220
27	23,7	47,4	71	94,8	118,5	141	165	188,6	212,3	237
28	25,6	51,2	76,8	102,4	128	153,6	179	205	230	256
29	27,4	55	82	110	137	164	192	219	247	274
30	29	58	87	116	145	174	203	232	261	290
31	31	62	93	124	155	186	217	248	279	310
32	33	66	100	133	166	200	233	266	300	333
33	35,6	71,2	107	142	178	214	249	285	320	356
34	37,7	75,4	113,1	150,8	188,5	226,2	263,9	301,6	339,3	377
35	40	80	120	160	200	240	280	320	360	400
36	42,2	84,4	126,6	169	211	253	295,5	338	380	422
37	44,6	89	134	178	223	267	312	357	401	446
38	47	94	141	188	235	282	329	376	423	470
39	49,6	99	149	198	248	298	347	397	446	496
40	52	104	156	208	260	312	364	416	468	520
42	57,5	115	172,5	230	287,5	345	402,5	460	517,5	575
44	62,5	125	187,5	250	312,4	375	437,5	500	562,5	625
46	69	138	207	276	345	414	483	552	621	690
48	75	150	225	300	375	450	525	600	675	750
50	81,5	163	244,5	326	407,5	489	570,5	256	733,5	815

ДЛЯ РАСЧЕТА ТРУБОПРОВОДОВ ПАРОВОГО ОТОПЛЕН

Потери давления на трение на 1 м, кгс/м²	Количество проходящего пара, кг/ч (верхняя стр							
	стальным водогазопроводным (газовым) обыкновенным (ГОСТ 3262—62) условным проходом, мм							
	10	15	20	25	32	40	50	70
3,4	1,9501 4,3444	3,516 5,045	7,844 6,1727	15,087 7,2657	31,851 8,7406	45,303 9,5316	89,398 11,256	169,39 12,149
3,6	2,0066 4,4703	3,618 5,1913	8,0715 6,3517	15,525 7,4764	32,774 8,994	46,617 9,808	91,995 11,583	174,3 13,53
3,8	2,0616 4,5928	3,7171 5,3335	8,2926 6,5257	15,950 7,6812	33,672 9,2404	47,895 10,077	94,513 11,9	179,08 13,901
4	2,1152 4,7121	3,8137 5,4721	8,508 6,6952	16,364 7,8808	34,547 9,4805	49,14 10,339	96,967 12,209	183,73 14,262
4,5	2,2435 4,998	4,045 5,804	9,0242 7,1014	17,357 8,3588	36,644 10,056	52,12 10,966	102,85 12,95	194,87 15,127
5	2,3648 5,2683	4,2638 6,118	9,5123 7,4855	18,296 8,811	38,626 10,6	54,939 11,559	108,41 13,65	205,41 15,945
5,5	2,4803 5,5255	4,4719 6,4166	9,9766 7,8509	19,189 9,241	40,51 11,117	57,62 12,123	113,71 14,317	215,45 16,724
6	2,5906 5,7712	4,6708 6,7019	10,42 8,2	20,042 9,6519	42,31 11,611	60,181 12,662	118,76 14,953	225,02 17,467
6,5	2,6963 6,0068	4,8615 6,9756	10,846 8,5348	20,86 10,046	44,038 12,085	62,639 13,179	123,61 15,564	234,22 18,181
7	2,7981 6,2336	5,045 7,2389	11,255 8,857	21,647 10,425	45,699 12,541	65,006 13,677	128,28 16,151	243,05 18,867
7,5	2,8964 6,4524	5,2221 7,493	11,65 9,1678	22,407 10,791	47,306 12,982	67,287 14,157	132,78 16,718	251,58 19,529
8	2,9913 6,664	5,3933 7,7387	12,032 9,4685	23,142 11,145	48,855 13,407	69,492 14,621	137,14 17,267	259,84 20,17
8,5	3,0834 6,8691	5,5593 7,9769	12,402 9,7599	23,855 11,488	50,36 13,82	71,631 15,071	141,36 17,798	267,83 20,79
9	3,1728 7,0683	5,7205 8,2082	12,762 10,043	24,546 11,821	51,821 14,221	73,708 15,508	145,45 18,313	275,6 21,393
9,5	3,2598 7,262	5,8773 8,4331	13,112 10,318	25,219 12,145	53,239 14,61	75,728 15,933	149,44 18,816	283,14 21,979
10	3,3444 3,4506	6,03 8,6522	13,452 10,586	5,875 12,461	54,624 14,99	77,696 16,347	153,33 19,305	290,5 22,55
11	3,5076 7,8142	6,3242 9,0744	14,109 11,103	27,138 13,069	57,291 15,722	81,484 17,144	160,81 20,247	304,68 23,651
12	3,6636 8,1617	6,6055 9,478	14,736 11,596	28,344 13,65	59,838 16,421	85,11 17,907	167,95 21,147	318,22 24,702
13	3,8132 8,495	6,8752 9,865	15,338 12,07	29,501 14,207	62,28 17,091	88,585 18,638	174,82 22,011	331,22 25,711
14	3,9572 8,8157	7,1345 10,237	15,918 12,526	30,616 14,744	64,63 17,736	91,926 19,341	181,42 22,842	343,73 26,682
15	4,0961 9,1251	7,3854 10,597	16,475 12,965	31,689 15,261	66,9 18,359	95,153 20,02	187,78 23,643	355,79 27,618
16	4,2304 9,4244	7,6272 10,944	17,015 13,39	32,73 15,762	69,094 18,961	98,276 20,677	193,94 24,419	367,46 28,524
17	4,3606 9,714	7,8621 11,281	17,54 13,803	33,737 16,247	71,222 19,545	101,3 21,313	199,91 25,17	378,77 29,402
18	4,484 9,996	8,09 11,608	18,049 14,203	34,715 16,718	73,284 20,111	104,24 21,931	205,7 25,9	389,75 30,254
19	4,61 10,27	8,3116 11,926	18,543 14,592	35,666 17,176	75,292 20,662	107,09 22,532	211,34 26,61	400,43 31,083
20	4,7298 10,537	8,5276 12,236	19,025 14,971	36,592 17,622	77,249 21,199	109,88 23,118	216,83 27,301	410,84 31,891

ТАБЛИЦА 46.6

…ОГО ДАВЛЕНИЯ ПРИ $k_ш$=0,2 мм

…сть движения пара, м/с (нижняя строка), по трубам стальным бесшовным горячекатаным (ГОСТ 8732—70) наружным диаметром и толщиной стенки, мм														Потери давления на трение на 1 м, кгс/м²
76/3	(83/3,5)	89/3,5	(102/4)	108/4	(114/4)	(127/4)	133/4	(140/4,5)	(152/4,5)	159/4,5	168/5	194/5	219/6	
186.45 13,458	231,64 14,184	283,05 14,888	405,65 16,237	477,44 16,886	556,59 17,52	754,62 18,847	858,79 19,439	971,4 20,02	1223 21,152	1386,5 21,795	1589,2 22,515	2370,3 24,761	3227,9 26,643	3,4
191,87 13,849	238,35 14,595	291,26 15,32	417,42 16,708	491,29 17,376	572,73 18,028	776,52 19,394	883,71 20,003	999,59 20,601	1258,5 21,766	1426,7 22,427	1635,3 23,168	2439 25,479	3321,5 27,416	3,6
197,12 14,228	244,89 14,995	299,22 15,739	428,86 17,166	504,75 17,852	588,43 18,522	797,78 19,925	907,92 20,551	1027 21,165	1292,9 22,362	1465,9 23,042	1680,1 23,803	2505,8 26,177	3412,5 28,167	3,8
202,25 14,598	251,26 15,385	307 16,148	440,00 17,612	517,87 18,316	603,71 19,003	818,48 20,442	931,51 21,085	1053,6 21,715	1326,5 22,943	1503,9 23,64	1723,8 24,421	2570,9 26,857	3501,2 28,899	4
214,51 15,483	266,49 16,318	325,63 17,128	466,69 18,68	549,29 19,427	640,34 20,156	868,13 21,682	987,97 22,363	1117,5 23,032	1407 24,335	1595,1 25,074	1828,3 25,903	2726,8 28,486	3718,6 30,652	4,5
226,12 16,321	280,91 17,201	343,24 18,054	491,92 19,69	578,97 20,477	674,96 21,246	915,1 22,855	1041,4 23,573	1178 24,278	1483,1 25,651	1681,5 26,431	1927,2 27,304	2874,4 30,027	3914,4 32,31	5
237,15 17,117	294,62 18,04	359,99 18,935	515,93 20,651	607,25 21,477	707,91 22,283	959,74 23,97	1092,3 24,724	1235,5 25,463	1555,5 26,903	1763,5 27,721	2021,3 28,637	3014,7 31,493	4105,5 33,877	5,5
247,7 17,879	307,73 18,843	375,99 19,777	538,89 21,57	634,25 22,432	739,39 23,274	1002,4 25,036	1140,8 25,823	1290,5 26,596	1624,6 28,099	1841,9 28,953	2111,2 29,91	3148,7 32,893	4288 35,393	6
257,82 18,609	320,29 19,612	391,36 20,585	560,9 22,451	660,15 23,348	769,57 24,224	1043,3 26,058	1187,4 26,878	1343,2 27,682	1691 29,247	1917,1 30,135	2197,4 31,131	3277,3 34,236	4463,1 36,839	6,5
267,54 19,311	332,37 20,352	406,13 21,362	582,06 23,298	685,06 24,229	798,64 25,139	1082,7 27,042	1232,2 27,892	1393,8 28,726	1754,8 30,351	1989,5 31,273	2280,3 32,306	3401 35,529	4631,5 38,229	7
276,94 19,989	344,05 21,067	420,39 22,112	602,49 24,116	709,12 25,08	826,66 26,021	1120,7 27,991	1275,5 28,871	1442,8 29,735	1816,4 31,416	2059,4 32,371	2360,3 33,44	3520,4 36,776	4794,1 39,571	7,5
286,01 20,644	355,34 21,758	434,17 22,837	622,26 24,907	732,36 25,902	853,76 26,874	1157,5 28,909	1317,3 29,818	1490,1 30,71	1876 32,446	2126,9 33,432	2437,8 34,537	3635,8 37,982	4951,4 40,869	8
294,82 21,28	366,23 22,427	447,53 23,54	641,39 25,673	754,9 26,699	880,03 27,701	1193,1 29,799	1357,9 30,736	1536 31,655	1933,7 33,445	2192,3 34,461	2512,8 35,6	3747,8 39,151	5103,7 42,126	8,5
303,37 21,897	376,88 23,077	460,50 24,222	659,98 26,417	776,78 27,473	905,58 28,505	1227,7 30,663	1397,2 31,627	1580,5 32,573	1989,8 34,415	2255,9 35,46	2585,6 36,632	3856,4 40,286	5251,7 43,348	9
311,68 22,497	387,21 23,71	473,12 24,886	678,07 27,141	798,07 28,226	930,39 29,286	1261,4 31,503	1435,5 32,493	1623,8 33,465	2044,3 35,358	2317,7 36,432	2656,5 37,636	3962,1 41,39	5395,7 44,536	9,5
319,77 23,081	397,27 24,326	485,41 25,532	695,68 27,846	818,8 28,959	954,53 30,046	1294,1 32,321	1472,8 33,338	1666 34,335	2097,4 36,276	2377,9 37,379	2725,5 38,614	4065 42,465	5535,8 45,693	10
335,39 24,208	416,66 25,513	509,11 26,779	729,66 29,206	858,78 30,373	1001,1 31,513	1357,3 33,899	1544,7 34,965	1747,3 36,01	2199,8 38,047	2494 39,203	2858,5 40,498	4263,3 44,537	5806 47,923	11
350,3 25,284	435,2 26,648	531,76 27,97	762,09 30,504	896,95 31,723	1045,6 32,914	1417,6 35,406	1613,4 36,519	1825 37,612	2297,6 39,738	2604,9 40,946	2985,6 42,299	4453 46,518	6064,2 50,054	12
364,59 26,316	452,96 27,736	553,45 29,111	793,22 31,75	933,59 33,019	1088,3 34,258	1475,5 36,852	1679,3 38,011	1899,5 39,148	2391,4 41,361	2711,2 42,618	3107,5 44,026	4634,7 48,417	6311,8 52,098	13
378,36 27,31	470,06 28,783	574,34 30,21	823,15 32,948	968,82 34,265	1129,4 35,551	1531,2 38,243	1742,6 39,445	1971,2 40,625	2481,7 42,922	2813,6 44,227	3224,8 45,688	4809,7 50,245	6550 54,064	14
391,64 28,268	486,56 29,793	594,51 31,271	852,05 34,105	1002,8 35,468	1169,1 36,799	1585 39,585	1803,8 40,83	2040,4 42,051	2568,8 44,429	2912,3 45,779	3338,1 47,292	4978,6 52,009	6779,9 55,962	15
404,49 29,196	502,51 30,77	614 32,296	879,98 35,223	1035,7 36,631	1207,4 38,006	1636,9 40,883	1863,0 42,169	2107,3 43,43	2653 45,886	3007,8 47,28	3447,5 48,843	5141,8 53,714	7002,3 57,797	16
416,93 30,094	517,98 31,717	632,9 33,29	907,07 36,307	1067,6 37,759	1244,6 39,176	1687,3 42,142	1920,3 43,467	2172,2 44,767	2734,7 47,298	3100,4 48,736	3553,6 50,346	5300 55,367	7217,8 59,576	17
429,03 30,967	532,99 32,636	651,24 34,255	933,37 37,36	1098,5 38,853	1280,7 40,312	1736,2 43,363	1976 44,727	2235,1 46,065	2814 48,669	3190,3 50,149	3656,7 51,806	5453,8 56,973	7426,8 61,301	18
440,78 31,815	547,6 33,531	669,1 35,194	958,96 38,384	1128,7 39,918	1315,7 41,416	1783,8 44,552	2030,1 45,953	2296,4 47,327	2891,1 50,003	3277,8 51,523	3756,8 53,225	5603,2 58,534	7630,6 62,983	19
452,24 32,642	561,83 34,402	686,47 36,108	983,86 39,381	1158 40,955	1349,9 42,492	1830,2 45,709	2082,8 47,146	2356,1 48,557	2966,2 51,302	3362,9 52,861	3854,5 54,608	5748,7 60,054	7828,8 64,619	20

Потери давления на трение на 1 м, кгс/м²	Количество проходящего пара, кг/ч (верхняя стро							
	стальным водогазопроводным (газовым) обыкновенным (ГОСТ 3262—62) условным проходом, м							
	10	15	20	25	32	40	50	70
22	4,9606 11,051	8,9437 12,833	19,953 15,702	38,378 18,482	81,021 22,234	115,24 24,246	227,41 28,633	430,88 33,447
24	5,181 11,542	9,3416 13,404	20,84 16,4	40,085 19,304	84,621 23,222	120,36 25,324	237,53 29,907	450,05 34,935
26	5,3928 12,014	9,7229 13,951	21,692 17,07	41,721 20,092	88,079 24,171	125,28 26,358	247,23 31,128	468,42 36,361
28	5,5962 12,467	10,09 14,478	22,51 17,714	43,297 20,851	91,402 25,083	130,01 27,353	256,56 32,303	486,11 37,734
30	5,7928 12,905	10,444 14,986	23,301 18,336	44,815 21,582	94,609 25,963	134,57 28,313	265,57 33,437	503,16 39,058
32	5,9827 13,328	10,786 15,477	24,064 18,937	46,285 22,29	97,714 26,815	138,98 29,242	274,27 34,533	519,67 40,339
34	6,1667 13,738	11,119 15,954	24,805 19,52	47,709 22,976	100,72 27,64	143,26 30,142	282,71 35,596	535,67 41,581
36	6,3458 14,137	11,441 16,416	25,524 20,085	49,092 23,642	103,64 28,441	147,42 31,016	290,91 36,628	551,19 42,786
38	6,5195 14,524	11,754 16,866	26,223 20,636	50,438 24,29	106,48 29,221	151,45 31,865	298,88 37,632	566,29 43,958
40	6,6888 14,901	12,06 17,304	26,905 21,172	51,748 24,921	109,25 29,98	155,39 32,693	306,64 38,609	581 45,1
45	7,0945 15,805	12,791 18,354	28,537 22,457	54,888 26,433	115,87 31,798	164,81 34,676	325,24 40,951	616,25 47,836
50	7,4783 16,66	13,484 19,347	30,08 23,671	57,857 27,863	122,14 33,518	173,73 36,552	342,84 43,166	649,59 50,424
55	7,8433 17,473	14,141 20,291	31,549 24,827	60,681 29,223	128,1 35,155	181,21 38,336	359,57 46,273	681,29 52,885
60	8,1921 18,25	14,77 21,193	32,952 25,931	63,379 30,522	133,8 36,718	190,31 40,041	375,57 47,287	711,59 55,237
65	8,5265 18,995	15,374 22,059	34,297 26,989	65,966 31,768	139,26 38,217	198,08 41,676	390,89 49,217	740,64 57,492
70	8,8483 19,712	15,953 22,891	35,591 28,008	68,458 32,968	144,52 39,66	205,56 43,249	405,65 51,075	768,6 59,662
75	9,1589 20,404	16,514 23,695	36,841 28,991	70,86 34,125	149,59 41,052	212,77 44,767	419,89 52,868	795,57 61,756
80	9,4597 21,074	17,055 24,472	38,049 29,942	73,184 35,244	154,5 42,398	219,75 46,235	433,66 54,602	821,67 63,782
85	9,7506 21,722	17,58 25,225	39,221 30,864	75,437 36,329	159,25 43,703	226,51 47,658	447,01 56,282	846,96 65,745
90	10,033 22,352	18,09 25,956	40,357 31,775	77,623 37,382	163,87 44,97	233,08 49,04	459,97 57,914	871,51 67,651
95	10,308 22,964	18,586 26,668	41,462 32,628	79,75 38,406	168,36 46,202	239,47 50,384	472,57 59,501	895,38 69,504
100	10,576 23,561	19,068 27,36	42,54 33,476	81,822 39,404	172,73 47,402	245,69 51,693	484,85 61,047	918,65 71,31
110	11,092 24,711	19,998 28,695	44,616 35,11	85,815 41,327	181,17 49,716	257,68 54,216	508,51 64,026	963,49 74,791
120	11,586 25,81	20,888 29,972	46,6 36,671	89,632 43,165	189,22 51,927	269,14 56,626	531,12 66,873	1006,3 78,116
130	12,059 26,864	21,741 31,196	48,504 38,169	93,29 44,927	196,95 54,047	280,13 58,938	552,81 69,604	1047,4 81,306
140	12,514 27,878	22,562 32,373	50,335 39,61	96,812 46,623	204,38 56,088	290,7 61,163	573,68 72,231	1087,0 84,375

Продолжение табл. 46.6

…орость движения пара, м/с (нижняя строка), по трубам …м бесшовным горячекатаным (ГОСТ 8732—70) наружным диаметром и толщиной стенки, мм														Потери давления на трение на 1 м, кгс/м²
76/3	(83/3,5)	89/3,5	(102/4)	108/4	(114/4)	(127/4)	133/4	(140/4,5)	(152/4,5)	159/4,5	168/5	194/5	219/6	
474,31 34,235	589,25 36,081	719,99 37,871	1031,9 41,303	1214,5 42,954	1415,8 44,566	1919,5 47,94	2184,5 49,448	2471,1 50,927	3111 53,806	3527 55,441	4042,6 57,273	6029,4 62,986	8210,9 67,773	22
495,39 35,757	615,44 37,685	752,01 39,555	1077,8 43,14	1268,5 44,864	1478,8 46,548	2004,8 50,072	2281,7 51,646	2580,9 53,191	3249,3 56,199	3683,9 57,907	4222,3 59,82	6297,4 65,786	8576 70,787	24
515,62 37,217	640,58 39,224	782,71 41,17	1121,8 44,901	1320,3 46,696	1539,1 48,448	2086,7 52,116	2374,8 53,755	2686,3 55,363	3382 58,493	3834,3 60,271	4394,8 62,263	6554,5 68,472	8926,2 73,677	26
535,09 38,622	664,76 40,705	812,25 42,724	1164,1 46,596	1370,1 48,458	1597,3 50,277	2165,5 54,084	2464,5 55,784	2787,7 57,453	3509,7 60,702	3979 62,546	4560,6 64,613	6802,2 71,057	9263,2 76,459	28
553,87 39,978	688,08 42,133	840,77 44,224	1205 48,232	1418,2 50,159	1653,3 52,042	2241,5 55,982	2551 57,742	2885,5 59,469	3632,8 62,832	4118,7 64,742	4720,7 66,881	7040,7 73,561	9588,3 79,142	30
572,04 41,289	710,65 43,515	868,34 45,674	1244,5 49,813	1464,7 51,804	1707,6 53,749	2315 57,818	2634,6 59,636	2980,2 61,42	3752 64,893	4253,8 66,865	4875,5 69,074	7271,6 75,963	9902,7 81,737	32
589,63 42,559	732,52 44,854	895,07 47,08	1282,8 51,346	1509,8 53,399	1760,1 55,403	2386,2 59,597	2715,7 61,471	3071,9 63,31	3867,5 66,89	4384,7 68,923	5025,6 71,2	7495,4 78,301	1020,7 84,253	34
606,73 43,793	753,77 46,155	921 48,444	1320 52,835	1553,6 54,947	1811,1 57,009	2455,4 61,325	2794,5 62,254	3160,9 65,145	3979,6 68,829	4511,8 70,921	5171,3 73,264	7712,7 80,571	1050,3 86,696	36
623,35 44,993	774,43 47,42	946,25 49,772	1356,2 54,283	1596,1 56,452	1860,7 58,571	2522,7 63,005	2871 64,987	3247,6 66,931	4088,6 70,715	4635,4 72,864	5313 75,272	7924,1 82,779	1079,1 89,071	38
639,55 46,162	794,55 48,652	970,83 51,065	1391,4 55,693	1637,6 57,919	1909,1 60,093	2588,2 64,642	2945,6 66,675	3331,9 68,669	4194,8 72,552	4755,8 74,757	5451 77,227	8130 84,93	1107,2 91,385	40
678,34 48,962	842,74 51,603	1029,7 54,163	1475,8 59,071	1736,9 61,432	2024,9 63,738	2745,2 68,563	3124,3 70,72	3534,1 72,835	4449,3 76,953	5044,3 79,292	5781,7 81,912	8623,1 90,081	1174,3 96,929	45
715,04 51,611	888,32 54,394	1085,4 57,092	1555,6 62,267	1830,9 64,755	2134,4 67,186	2893,7 72,272	3293,3 74,545	3725,2 76,775	4690 81,116	5317,2 83,581	6094,4 86,343	9089,5 94,954	1237,8 102,17	50
749,94 54,13	931,68 57,049	1138,4 59,879	1631,6 65,306	1920,3 67,916	2238,6 70,465	3035 75,8	3454 78,183	3907,1 80,522	4918,9 85,075	5576,7 87,66	6391,9 90,557	9533,2 99,589	1298,3 107,16	55
783,29 56,537	973,11 59,586	1189 62,542	1704,1 68,21	2005,7 70,936	2338,2 73,599	3169,9 79,171	3607,6 81,66	4080,8 84,103	5137,6 88,858	5824,7 91,559	6676,1 94,584	9957,4 104,02	13559 111,92	60
815,28 58,846	1012,9 62,019	1237,6 65,095	1773,7 70,995	2087,6 73,832	2433,6 76,604	3299,4 82,403	3754,4 84,994	4247,4 87,537	5347,4 92,486	6062,5 95,297	6948,7 98,446	10363 108,26	14113 116,49	65
846,05 61,067	1051,1 64,36	1284,3 67,553	1840,6 73,675	2166,4 76,619	2525,5 79,495	3423,9 85,514	3896,7 88,203	4407,7 90,841	5549,3 95,978	6291,4 98,894	7210,9 102,16	10755 112,35	14646 120,89	70
875,74 63,21	1088 66,619	1329,4 69,924	1905,2 76,261	2242,4 79,309	2614,1 82,286	3544,1 88,515	4033,5 91,299	4562,4 94,029	5744 99,346	6512,5 102,37	7464,3 105,75	11132 116,29	15160 125,13	75
904,46 65,283	1123,7 68,804	1373 72,217	1967,7 78,762	2316 81,910	2699,9 84,984	3660,3 91,418	4165,7 94,293	4712,1 97,113	5932,4 102,604	6725,6 105,72	7709,2 109,22	11498 120,11	15658 129,24	80
932,29 67,292	1158,2 70,921	1415,2 74,439	2028,3 81,186	2387,2 84,431	2783 87,6	3772,9 94,231	4293,9 97,195	4857,1 100,102	6115 105,762	6932,8 108,976	7946,1 112,577	11851 123,805	16139 133,216	85
959,32 69,243	1191,8 72,977	1456,2 76,597	2087,1 83,539	2456,4 86,878	2863,6 90,139	3882,3 96,963	4418,4 100,013	4997,9 103,004	6292,2 108,828	7133,7 112,135	8176,5 115,841	12195 127,394	16607 137,078	90
985,62 71,141	1224,5 74,977	1496,1 78,696	2144,3 85,828	2523,7 89,259	2942,1 92,609	3988,7 99,62	4539,5 102,753	5134,9 105,827	6464,6 111,81	7329,2 115,208	8400,6 119,015	12529 130,885	17062 140,834	95
1011,2 72,989	1256,3 76,925	1535 80,741	2200 88,058	2589,3 91,578	3018,5 95,015	4092,3 102,208	4657,4 105,423	5268,3 108,576	6632,6 114,715	7519,6 118,201	8618,8 122,107	12855 134,286	17506 144,493	100
1060,6 76,551	1317,6 80,679	1609,9 84,682	2307,3 92,356	2715,7 96,048	3165,9 99,653	4292,1 107,197	4884,7 110,568	5525,4 113,875	6956,3 120,314	7886,6 123,97	9039,5 128,067	13482 140,84	18360 151,545	110
1107,7 79,955	1376,2 84,267	1681,5 88,447	3410 96,463	2836,4 100,318	3306,6 104,084	4483 111,964	5102 115,485	5771,1 118,939	7265,7 125,664	8237,4 129,483	9441,5 133,762	14081 147,102	19177 158,284	120
1153 83,22	1432,4 87,708	1750,2 92,059	2508,4 100,402	2952,3 104,415	3441,7 108,334	4666 116,535	5310,3 120,2	6006,7 123,795	7562,3 130,795	8573,7 134,77	9826,9 139,223	14656 153,109	19960 164,747	130
1196,5 86,362	1486,5 91,019	1816,3 95,534	2603 104,195	3063,7 108,356	3571,6 112,424	4842,2 120,935	5510,8 124,738	6233,5 128,469	7847,8 135,733	8897,4 139,858	10198 144,479	15210 158,889	20713 170,966	140

Потери давления на трение на 1 м, кгс/м²	Количество проходящего пара, кг/ч (верхняя [illegible]							
	стальным водогазопроводным (газовым) обыкновенным (ГОСТ 3262—62) условным проходом, мм							
	10	15	20	25	32	40	50	[illegible]
150	12,953 28,856	23,354 33,51	52,101 41	100,21 48,26	211,56 58,056	300,91 63,31	593,81 74,766	1125,[illegible] 87,[illegible]
160	13,378 29,802	24,12 34,609	53,809 42,344	103,50 49,842	218,49 59,96	310,77 65,386	613,29 77,218	1162[illegible] 90,[illegible]
170	13,79 30,72	24,862 35,674	55,466 43,648	106,68 51,376	225,22 61,805	320,34 67,399	632,16 79,595	119[illegible] 92,[illegible]
180	14,189 31,61	25,583 36,708	57,074 44,913	109,78 52,866	231,75 63,597	329,63 69,353	650,49 81,902	1232,[illegible] 95,[illegible]
190	14,578 32,476	26,284 37,714	58,638 46,144	112,78 54,315	238,1 65,34	338,66 71,253	668,32 84,147	1266,[illegible] 98,[illegible]
200	14,957 33,32	26,967 38,694	60,162 47,343	115,71 55,726	244,28 67,037	347,46 73,104	685,68 86,333	1299,[illegible] 100,5[illegible]
210	15,326 34,143	27,633 39,649	61,647 48,512	118,57 57,102	250,32 68,693	356,04 74,91	702,61 88,465	1331,[illegible] 103,3[illegible]
220	15,687 34,946	28,283 40,582	63,097 49,653	121,36 58,445	256,21 70,309	364,42 76,672	719,15 90,547	1362,[illegible] 105,[illegible]
230	16,039 35,732	28,919 41,495	64,515 50,769	124,09 59,759	261,96 71,889	372,61 78,396	735,31 92,582	1393,[illegible] 108,[illegible]
240	16,384 36,5	29,541 42,387	65,903 51,861	126,76 61,044	267,6 73,435	380,62 80,082	751,12 94,573	1423,[illegible] 110,4[illegible]
250	16,722 37,253	30,15 43,261	67,263 52,931	129,37 62,303	273,12 74,95	388,47 81,733	766,61 96,523	1452,[illegible] 112,[illegible]
260	17,053 37,991	30,747 44,118	68,594 53,979	131,93 63,537	278,53 76,234	396,16 83,352	781,8 98,435	1481,[illegible] 114,9[illegible]
270	17,378 38,715	31,333 44,958	69,901 55,007	134,45 64,747	283,83 77,89	403,71 84,939	796,69 100,31	1509,[illegible] 117,[illegible]
280	17,697 39,425	31,908 45,783	71,183 56,016	136,91 65,935	289,04 79,319	411,12 86,498	811,3 102,15	1537,[illegible] 119,[illegible]
290	18,01 40,123	32,472 46,593	72,443 57,008	139,34 67,102	294,15 80,723	418,39 88,029	825,68 103,958	1564,[illegible] 121,4[illegible]
300	18,318 40,809	33,028 47,39	73,681 57,982	141,72 68,25	299,18 82,103	425,55 89,534	839,78 105,736	1591,[illegible] 123,5[illegible]
320	18,919 42,147	34,111 48,944	76,098 59,884	146,37 70,488	309 84,796	439,5 92,47	867,32 109,203	1643,[illegible] 127,5[illegible]
350	19,786 44,078	35,674 51,187	79,585 62,628	153,07 73,718	323,16 88,682	459,64 96,708	907,07 114,208	1718,6 133,[illegible]
400	21,152 47,122	38,137 54,721	85,08 66,952	163,64 78,808	345,47 94,805	491,38 103,385	969,69 122,093	1837,3 142,6[illegible]
450	22,435 49,98	40,45 58,04	90,242 71,014	173,57 83,588	366,43 100,556	521,19 109,656	1028,5 129,499	1948,[illegible] 151,[illegible]
500	23,649 52,684	42,638 61,18	95,123 74,855	182,96 88,11	386,25 105,995	549,38 115,588	1084,2 136,504	2054,[illegible] 159,4[illegible]
600	25,906 57,712	46,708 67,019	104,2 82	200,42 96,519	423,11 116,112	601,81 126,62	1187,6 149,533	2250,[illegible] 174,6[illegible]
700	27,981 62,336	50,45 72,389	112,55 88,57	216,48 104,253	457,01 125,415	650,03 136,765	1282,8 161,514	2430,5 188,[illegible]
800	29,913 66,64	53,933 77,387	120,32 94,685	231,43 111,451	488,57 134,074	694,91 146,208	1371,4 172,666	2598,3 201,[illegible]
900	31,728 70,683	57,205 82,082	127,62 100,429	245,47 118,212	518,2 142,207	737,07 155,078	1454,5 183,14	2756 213,9[illegible]
1000	33,444 74,506	60,3 86,522	134,52 105,861	258,74 124,606	546,24 149,9	776,94 163,466	1533,2 193,046	2905 225,5[illegible]

Продолжение табл. 46.6

[illegible] движения пара, м/с (нижняя строка), по трубам															Потери давления на трение на 1 м кгс/м^2
стальным бесшовным горячекатаным (ГОСТ 8732—70) наружным диаметром и толщиной стенки, мм															
[illegible]	76/3	(83/3,5)	89/3,5	(102/4)	108/4	(114/4)	(127/4)	133/4	(140/4,5)	(152/4,5)	159/4,5	168/5	194/5	219/6	
[illegible]	1238,5 89,393	1538,6 94,213	1880 98,887	2694,4 107,849	3171,2 112,159	3696,9 116,369	5012,1 125,179	5704,2 129,116	6452,3 132,978	8123,3 140,497	9209,6 144,766	10556 149,55	15744 164,465	21440 176,967	150
[illegible]	1279,1 92,324	1589,1 97,303	1941,7 102,13	2782,8 111,386	3275,2 115,838	3818,2 120,186	5176,5 129,285	5891,2 133,35	6663,9 137,339	8389,6 145,104	9511,7 149,514	10902 154,455	16260 169,859	22143 182,771	160
[illegible]	1318,5 95,166	1638 100,298	2001,4 105,273	2868,4 114,814	3376 119,403	3935,7 123,885	5335,8 133,263	6072,5 137,454	6869 141,565	8647,9 149,57	9804,4 154,115	11238 159,208	16760 175,087	22825 188,396	170
[illegible]	1356,7 97,925	1685,5 103,205	2059,4 108,325	2951,6 118,142	3473,9 122,865	4049,8 127,476	5490,5 137,127	6248,6 141,439	7068,1 145,67	8898,6 153,906	10089 158,584	11563 163,824	17246 180,163	23486 193,858	180
[illegible]	1393,9 100,608	1731,7 106,034	2115,9 111,294	3032,5 121,38	3569,1 126,231	4160,8 130,969	5640,9 140,885	6419,8 145,315	7261,7 149,66	9142,2 158,12	10365 62,929	11880 168,313	17719 185,1	24130 199,170	190
[illegible]	1430,1 103,222	1776,6 108,788	2170,8 114,185	3111,2 124,533	3661,8 129,511	4268,9 134,372	5787,5 144,545	6586,6 149,09	7450,5 153,549	9380 162,232	10634 167,162	12189 172,69	18179 189,91	247,57 204,34	200
[illegible]	1465,4 104,771	1820,5 111,475	2224,5 117,005	3188,1 127,608	3752,3 132,709	4374,3 137,69	5930,4 148,114	6749,3 152,772	7634,4 157,341	9611,6 166,238	10897 171,29	12489 176,95	18628 194,598	25368 209,39	210
[illegible]	1499,9 108,26	1863,4 114,098	2276,8 119,758	3263,1 130,611	3840,6 135,832	4477,3 140,934	6070 151,6	6908,2 156,367	7813,9 161,04	9837,8 170,150	11153 175,321	12783 181,11	19066 199,178	25965 214,32	220
[illegible],27 [illegible],165	1533,6 110,693	1905,2 116,662	2328 122,449	3336,4 133,547	3927 138,885	4577,9 144,098	6206,5 155,01	7063,3 159,881	7989,7 164,663	10059 173,974	11404 179,261	13070 185,18	19495 203,65	26548 219,13	230
[illegible],83 [illegible],083	1566,6 113,074	1946,2 119,171	2378 125,083	3408,2 136,419	4011,3 141,872	4676,3 147,197	6339,9 158,341	7215,3 163,32	8161,6 168,205	10275 177,716	11650 183,12	13352 189,167	19914 208,03	27120 223,85	240
[illegible],1 [illegible],961	1598,9 115,406	1986,4 121,629	2427,1 127,662	3478,5 139,232	4094 144,797	4772,7 150,232	6470,7 161,61	7364 166,688	8329,8 171,673	10487 181,381	11889 186,89	13627 193,067	20324 212,32	27679 228,46	250
[illegible],12 [illegible],802	1630,5 117,691	2025,7 124,038	2475,1 130,191	3547,4 141,99	4175,1 147,665	4867,3 153,208	6598,9 164,807	7509,9 169,989	8494,7 175,07	10695 184,973	12125 190,59	13897 196,891	20727 216,529	28227 232,988	260
[illegible],86 [illegible],608	1661,6 119,933	2064,3 126,4	2522,3 132,671	3614,9 144,694	4254,7 150,478	4960 156,126	67246 167,946	7653,1 173,23	8656,7 178,408	10898 188,5	12356 194,224	14162 200,641	21122 220,654	28765 237,426	270
[illegible],41 [illegible],381	1692,1 122,134	2102,2 128,72	2568,6 135,105	3681,3 147,35	4332,7 153,239	5051 158,991	6847,9 171,027	7793,6 176,41	8815,5 181,68	11098 191,96	12582 197,79	14421 204,32	21510 224,7	29292 241,78	280
[illegible],7 [illegible],119	1722 124,296	2139,4 130,998	2614 137,497	3746,4 149,958	4409,4 155,951	5140,4 161,805	6969 174,055	7931,4 179,528	8971,6 184,9	11294 195,34	12805 201,29	14677 207,939	21891 228,68	29811 246,06	290
[illegible]19,8 [illegible] 831	1751,5 126,42	2175,9 133,238	2658,7 139,847	3810,5 151,521	4484,8 158,617	5228,3 164,572	7088,2 177,03	8066,9 182,597	9124,9 188,059	11488 198,692	13024 204,731	14928 211,476	22265 232,589	30321 250,269	300
[illegible]3,41 [illegible]5,171	1808,9 130,566	2247,3 137,607	2745,9 144,433	3935,4 157,523	4631,9 163,819	5399,7 169,968	7320,6 182,836	8331,4 188,585	9424,2 194,226	11865 205,209	13452 211,445	15418 218,432	22995 240,217	31315 258,477	320
[illegible]7,48 [illegible]9,991	1891,8 136,55	2350,3 143,913	2871,7 151,052	4115,8 164,742	4844,1 171,326	5647,2 177,757	7656,1 191,214	8713,2 197,227	9856 203,127	12408 214,612	14068 221,134	16124 228,442	24049 251,225	32750 270,322	350
[illegible]31,16 117,585	2022,4 145,978	2512,6 153,85	3070 161,482	4399,9 176,116	5178,6 183,156	6037,1 190,03	8184,7 204,417	9314,8 210,845	1053,7 217,152	1326,5 229,43	1503,9 236,402	1723,8 244,214	2570,9 268,571	3501,1 288,986	400
[illegible]81,57 124,717	2145,1 154,833	2665 163,182	3256,3 171,277	4666,9 186,8	5492,7 194,266	6403,3 201,558	8681,2 216,817	9879,9 223,635	11176 230,324	14070 243,347	15952 250,743	18283 259,028	27269 284,863	37135 306,516	450
929,26 131,464	2261,2 163,218	2809,1 172,009	3432,4 180,542	4919,3 196,904	5789,8 204,774	6749,6 212,46	9150,8 228,545	10414 235,732	11780 242,783	14831 256,511	16814 264,306	19272 273,04	28744 300,272	39144 323,096	500
1018 144,011	2477 178,786	3077,2 188,427	3760 197,774	5388,8 215,698	6342,5 224,319	7393,9 232,739	10024 250,356	11408 258,231	12905 265,955	16247 280,993	18419 289,533	21112 299,1	31487 328,931	42880 353,93	600
1099,5 155,55	2675,4 193,11	3323,8 203,524	4061,3 213,62	5820,6 232,98	6850,6 242,292	7986,3 251,387	10827 270,418	12322 278,922	13939 287,265	17548 303,508	19895 312,731	22803 323,065	34010 355,286	46316 382,292	700
1175,4 166,29	2860,2 206,444	3553,3 217 576	4341,7 228,369	6222,5 249,066	7323,6 259,021	8537,7 268,744	11575 289,089	13173 298,180	14901 307,099	18760 324,463	21269 334,323	24378 345,371	36358 379,817	49514 408,688	800
1246,7 176,377	3033,7 218,967	3768,8 230,774	4605 242,222	6599,9 264,175	7767,9 274,733	9055,6 285,046	12277 306,625	13972 316,268	15805 325,727	19898 344,145	22559 354,604	25856 366,321	38564 402,857	52517 433,479	900
1314,2 185,918	3197,8 230,811	3972,7 243,258	4854,2 255,325	6956,9 278,465	8188,1 289,594	9545,4 300,464	12941 323,211	14728 333,375	16660 343,347	20974 362,761	23779 373,785	27255 386,137	40650 424,648	55358 456,927	1000

ТАБЛИЦА 46.7

ЭКВИВАЛЕНТНЫЕ ДЛИНЫ $l_{экв}$ МЕСТНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ ДЛЯ РАСЧЕТА ТРУБОПРОВОДОВ ПАРОВОГО ОТОПЛЕНИЯ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ ПРИ $k_ш$=0,2 мм

Условный проход или наружный диаметр и толщина стенки, мм	Значения $l_{экв}$, м, при сумме коэффициентов местных сопротивлений $\Sigma\zeta$														
	0,6	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	6	7	8	9	10
10	0,15	0,25	0,38	0,5	0,63	0,76	0,88	1	1,13	1,26	1,52	1,76	2	2,25	2,52
15	0,22	0,37	0,56	0,74	0,93	1,12	1,3	1,48	1,67	1,86	2,24	2,6	2,96	3,33	3,7
20	0,34	0,56	0,84	1,12	1,40	1,68	1,96	2,24	2,52	2,8	3,36	3,92	4,48	5,04	5,6
25	0,45	0,75	1,13	1,5	1,88	2,25	2,63	3	3,38	3,76	4,5	5,26	6	6,75	7,5
32	0,66	1,1	1,65	2,2	2,75	3,3	3,85	4,4	4,95	5,5	6,6	7,7	8,8	9,9	11
40	0,78	1,3	1,95	2,6	3,25	3,9	4,55	5,2	5,85	6,5	7,8	9,1	10,4	11,7	13
50	1,14	1,9	2,85	3,8	4,75	5,7	6,65	7,6	8,55	9,5	11,4	13,3	15,2	17,1	19
57/3,5	1,44	2,4	3,6	4,8	6	7,2	8,4	9,6	10,8	12	14,4	16,8	19,2	21,6	24
70	1,56	2,6	3,9	5,2	6,5	7,8	9,1	10,4	11,7	13	15,6	18,2	20,8	23,4	26
76/3	1,74	2,9	4,35	5,8	7,25	8,7	10,15	11,6	13,05	14,5	17,4	20,3	23,2	26,1	29
(83/3,5)	1,86	3,1	4,65	6,2	7,75	9,3	10,85	12,4	13,95	15,5	18,6	21,7	24,8	27,9	31
89/3,5	2,22	3,7	5,55	7,4	9,25	11,1	12,95	14,8	16,65	18,5	22,2	25,9	29,6	33,3	37
(102/4)	2,4	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24	28	32	36	40
108/4	2,6	4,35	6,53	8,7	10,88	13,06	15,23	17,4	19,58	21,76	26,12	30,46	34,8	39,16	43,5
(114/4)	3	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20	22,5	25	30	35	40	45	50
(127/4)	3,2	5,35	8,03	10,7	13,38	16,06	18,73	21,4	24,08	26,76	32,12	37,46	42,8	48,15	53,5
133/4	3,5	5,8	8,7	11,6	14,5	17,4	20,3	23,2	26,1	29	34,8	40,6	46,4	52,2	58
(140/4,5)	3,9	6,5	9,75	13	16,25	19,5	22,75	26	29,25	32,5	39	45,5	52	58,5	65
(152/4,5)	4,4	7,35	11,03	14,7	18,38	22,06	24,73	29,4	33,08	36,76	44,12	49,43	58,8	66,15	73,5
194/5	5,3	8,8	13,2	17,6	22	26,4	30,8	35,2	39,6	44	52,8	61,6	70,4	79,2	88
219/6	6,05	10,1	15,15	20,2	25,25	30,3	35,35	40,4	45,45	50,5	60,6	70,7	80,8	90,9	101

ТАБЛИЦА 46.8

ДЛЯ РАСЧЕТА НАПОРНЫХ КОНДЕНСАТОПРОВОДОВ ПРИ $k_ш$=0,5 мм*

Потери давления на трение на 1 м, кгс/м²	Количество проходящей воды, л/ч (верхняя строка), и скорость движения воды, м/с (нижняя строка), по трубам															
	стальным водогазопроводным (газовым) обыкновенным (ГОСТ 3262—62) условным проходом, мм							стальным бесшовным горячекатаным (ГОСТ 8732—70) наружным диаметром и толщиной стенки, мм								
	15	20	25	32	40	50	70	57/3,5	76,3	(83/3,5)	89/3,5	(102/4)	108/4	(114/4)	(127/4)	133/4
0,5	42,1 0,062	82 0,063	131 0,064	290 0,081	441 0,093	876 0,095	1671 0,128	758 0,107	1886 0,128	2409 0,145	2907 0,153	4282 0,168	5056 0,175	5827 0,182	8008 0,196	8836 0,2
0,55	42,9 0,063	85 0,065	138 0,067	307 0,085	464 0,098	920 0,1	1761 0,135	801 0,113	1989 0,148	2535 0,153	3036 0 16	4527 0,177	5310 0,184	6151 0,192	8406 0,206	9277 0,21
0,6	43,8 0,064	88 0,068	145 0,07	321 0,089	487 0,102	965 0,104	1841 0,141	844 0,119	2091 0,151	2661 0,16	3169 0,167	4723 0,185	5564 0,193	6474 0,202	8806 0,217	9719 0,22
0,65	44,6 0,065	92 0,07	151 0,074	335 0,093	505 0,106	1012 0,11	1920 0,147	879 0,124	2177 0,157	2779 0,167	3300 0,174	4917 0,193	5818 0,202	6798 0,21	9207 0,226	10 161 0,23
0,7	45,4 0,067	95 0,073	157 0,077	350 0,097	523 0,11	1060 0,114	2001 0,153	915 0,129	2261 0,163	2877 0,173	3432 0,18	5114 0,2	6071 0,21	7122 0,218	9399 0,235	10 603 0,24
0,75	46,3 0,068	96 0,074	164 0,08	362 0,101	542 0,114	1100 0,12	2079 0,159	950 0,134	2346 0,169	2975 0,179	3563 0,187	5310 0,208	6276 0,218	7445 0,227	9607 0,244	11 045 0,25
0,8	47,1 0,069	97 0,075	170 0,083	375 0,104	560 0,118	1140 0,123	2158 0,165	985 0,139	2430 0,175	3072 0,185	3694 0,194	5504 0,216	6481 0,225	7769 0,235	10 007 0,253	11 486 0,26
0,85	47,55 0,07	99 0,076	176 0,086	388 0,108	578 0,122	1173 0,127	2223 0,17	1021 0,144	2515 0,181	3172 0,191	3825 0,201	5701 0,223	6686 0,232	7850 0,242	10 408 0,26	11 928 0,27
0,9	48,4 0,071	102 0,078	181 0,088	400 0,111	596 0,125	1210 0,130	2289 0,175	1057 0,149	2581 0,186	2170 0,197	3956 0,208	5861 0,23	6891 0,239	8093 0,249	10 808 0,268	12 370 0,28
0,95	49,25 0,073	105 0,081	187 0,091	412 0,114	614 0,129	1240 0,134	2343 0,18	1092 0,154	2648 0,191	3368 0,203	4059 0,213	6020 0,236	7095 0,246	8417 0,256	11 208 0,276	12 578 0,29
1	50 0,074	108 0,083	192 0,094	423 0,117	633 0,133	1280 0,138	2418 0,185	1127 0,156	2714 0,196	3467 0,209	4160 0,219	6180 0,242	7300 0,253	8517 0,263	11 344 0,283	12 812 0,3
1,1	51,7 0,076	114 0,088	203 0,099	445 0,124	669 0,141	1350 0,146	2548 0,195	1181 0,167	2846 0,205	3663 0,22	4365 0,229	6499 0,255	7655 0,265	9064 0,277	12 009 0,297	13 695 0,31

* Таблицу расчета сухих и мокрых конденсатопроводов см. в главе 14.

Продолжение табл. 46.8

[illegible] кгс/м	Количество проходящей воды, л/ч (верхняя строка), и скорость движения воды, м/с (нижняя строка), по трубам															
	стальным водогазопроводным (газовым) обыкновенным (ГОСТ 3262—62) условным проходом, мм							стальным бесшовным горячекатаным (ГОСТ 8732—70) наружным диаметром и толщиной стенки, мм								
	15	20	25	32	40	50	70	57/3,5	76/3	(83/3,5)	89/3,5	(102/4)	108/4	(114/4)	(127/4)	133/4
[illegible]	53,3 0,078	120 0,092	212 0,103	463 0,129	705 0,148	1410 0,152	2653 0,203	1235 0,175	2979 0,215	3817 0,23	4570 0,24	6818 0,267	8010 0,278	9388 0,289	12 409 0,211	14 137 0,32
[illegible]	54,9 0,08	125 0,096	221 0,108	481 0,134	737 0,155	1470 0,16	2756 0,21	1289 0,182	3112 0,225	3972 0,239	4776 0,251	7091 0,278	8391 0,29	9711 0,301	12 809 0,324	14 579 0,33
1,4	56 0,083	130 0,1	231 0,112	500 0,139	763 0,161	1540 0,165	2859 0,218	1342 0,19	3243 0,234	4126 0,249	4979 0,262	7364 0,29	8687 0,3	10 035 0,31	13 610 0,34	15 462 0,35
1,5	58 0,085	135 0,104	240 0,117	518 0,144	790 0,166	1580 0,17	2964 0,226	1397 0,197	3376 0,244	4280 0,258	5152 0,271	7637 0,3	8996 0,31	10 359 0,32	14 010 0,35	15 904 0,36
1,6	59 0,087	139 0,108	248 0,121	536 0,149	816 0,172	1640 0,177	3068 0,234	1450 0,205	3483 0,251	4435 0,267	5325 0,28	7908 0,31	9302 0,32	10 683 0,33	14 410 0,36	16 346 0,37
1,7	61 0,09	144 0,111	256 0,125	554 0,154	834 0,177	1690 0,182	3171 0,242	1495 0,211	3590 0,259	4589 0,277	5498 0,289	8145 0,82	9610 0,33	11 330 0,34	14 811 0,37	16 788 0,28
1,8	62 0,092	149 0,115	264 0,129	572 0,159	869 0,183	1720 0,187	3276 0,25	1540 0,218	3696 0,267	4718 0,284	5671 0,298	8383 0,33	9670 0,34	11 651 0,35	15 211 0,38	17 230 0,39
1,9	64 0,094	153 0,118	272 0,123	590 0,164	896 0,188	1780 0,192	3379 0,258	1585 0,224	3803 0,274	4848 0,292	5844 0,307	8622 0,34	10 132 0,35	11 977 0,36	15 611 0,39	17 671 0,4
2	66 0,096	158 0,122	284 0,139	669 0,169	922 0,194	1820 0,197	3452 0,266	1630 0,230	3908 0,282	4977 0,3	5998 0,315	8860 0,35	10 395 0,36	12 301 0,37	16 012 0,4	18 113 0,41
2,2	69 0,101	166 0,128	296 0,144	645 0,179	974 0,205	1930 0,207	3649 0,279	1729 0,243	4122 0,3	5236 0,31	6293 0,33	9301 0,36	10 920 0,38	12 625 0,4	16 812 0,42	18 997 0,43
2,4	72 0,105	174 0,135	308 0,15	672 0,187	1016 0,214	2020 0,217	3812 0,291	1788 0,253	4300 0,31	5493 0,33	6598 0,35	9704 0,38	11 433 0,4	13 272 0,41	17 613 0,44	19 880 0,45
2,6	75 0,11	182 0,14	321 0,157	700 0,194	1058 0,222	2110 0,227	3978 0,304	1856 0,262	4479 0,32	5715 0,34	6882 0,36	10 110 0,4	11 947 0,41	13 596 0,42	18 413 0,46	20 764 0,47
2,8	78 0,114	189 0,146	334 0,163	725 0,202	1099 0,231	2200 0,237	4142 0,317	1924 0,272	4658 0,34	5936 0,36	7133 0,37	10 501 0,41	12 376 0,43	14 243 0,44	18 814 0,47	21 645 0,49
3	81 0,119	196 0,152	345 0,168	752 0,209	1141 0,24	2280 0,244	4308 0,329	1991 0,282	4837 0,35	6157 0,37	7384 0,39	10 888 0,43	12 748 0,44	14 567 0,45	19 614 0,49	22 973 0,52
3,2	84 0,123	203 0,157	356 0,174	779 0,217	1183 0,249	2330 0,252	4443 0,339	2059 0,291	5015 0,36	6379 0,38	7635 0,4	11 274 0,44	13 121 0,45	15 214 0,47	20 415 0,51	23 415 0,53
3,4	87 0,127	209 0,162	367 0,179	805 0,22	1224 0,25	2410 0,262	4578 0,35	2127 0,3	5154 0,37	6566 0,4	7886 0,41	11 598 0,45	13 493 0,47	15 538 0,48	21 215 0,53	24 298 0,54
3,6	90 0,132	216 0,167	377 0,184	832 0,23	1259 0,26	2490 0,272	4714 0,36	2195 0,31	5294 0,38	6754 0,41	8108 0,43	11 884 0,46	13 862 0,48	16 186 0,5	22 016 0,55	24 740 0,56
3,8	92 0,136	222 0,172	388 0,189	859 0,24	1293 0,27	2580 0,281	4849 0,37	2263 0,32	5432 0,39	6943 0,42	8391 0,44	12 172 0,48	14 234 0,49	16 509 0,51	22 416 0,56	25 623 0,58
4	95 0,139	228 0,176	399 0,195	886 0,25	1328 0,28	2640 0,29	4983 0,38	2320 0,33	5571 0,4	7130 0,43	8544 0,45	12 460 0,49	14 606 0,51	17 157 0,53	21 817 0,57	26 065 0,59
4,5	101 0,149	243 0,188	426 0,208	938 0,26	1414 0,3	2820 0,304	5299 0,4	2462 0,35	5917 0,43	7570 0,46	9084 0,48	13 177 0,52	15 535 0,54	18 128 0,56	24 418 0,61	27 832 0,63
5	107 0,158	254 0,196	453 0,221	991 0,27	1491 0,31	2960 0,32	5587 0,43	2603 0,37	6264 0,45	7990 0,48	9582 0,5	13 897 0,54	16 463 0,57	19 423 0,6	25 619 0,64	29 600 0,67
5,5	113 0,166	266 0,205	480 0,234	1044 0,29	1558 0,33	3100 0,336	5873 0,45	2745 0,39	6610 0,48	8391 0,51	10 027 0,53	14 617 0,57	17 392 0,6	20 394 0,63	26 820 0,67	30 925 0,7
6	118 0,174	277 0,214	507 0,247	1097 0,39	1626 0,34	3260 0,352	6143 0,46	2887 0,41	6904 0,5	8765 0,53	10 409 0,55	15 334 0,6	18 821 0,64	21 041 0,65	28 421 0,71	32 250 0,73
6,5	124 0,182	289 0,223	525 0,256	1139 0,32	1694 0,36	3380 0,368	6390 0,49	2999 0,42	7196 0,52	9139 0,55	10 791 0,57	16 053 0,63	18 993 0,66	22 012 0,68	29 622 0,74	33 576 0,75
7	128 0,189	300 0,232	543 0,265	1181 0,33	1762 0,37	3510 0,376	6638 0,51	3112 0,44	7490 0,54	9427 0,57	11 173 0,59	16 773 0,66	19 655 0,68	22 984 0,71	30 422 0,76	34 901 0,79

Продолжение табл. 46.3

Потери давления на трение на 1 м, кгс/м²	Количество проходящей воды, л/ч (верхняя строка), и скорость движения воды, м/с (нижняя строка), по трубам															
	стальным водогазопроводным (газовым) обыкновенным (ГОСТ 3262—62) условным проходом, мм							стальным бесшовным горячекатаным (ГОСТ 8732—70) наружным диаметром и толщиной стенки, мм								
	15	20	25	32	40	50	70	57/3,5	76/3	(83/3,5)	89/3,5	(102/4)	108/4	(114/4)	(127/4)	133/4
7,5	133	311	561	1224	1830	3640	6885	3224	7743	9715	11 555	17 385	20 337	23 631	31 623	36 226
	0,196	0,24	0,274	0,34	0,38	0,39	0,53	0,46	0,56	0,59	0,61	0,68	0,7	0,73	0,79	0,82
8	138	323	578	1266	1898	3776	7106	3337	7997	9858	11 937	17 901	21 009	24 602	32 824	37 552
	0,203	0,249	0,282	0,35	0,4	0,407	0,54	0,47	0,58	0,6	0,63	0,7	0,73	0,76	0,82	0,85
8,5	143	334	597	1309	1960	3890	7327	3449	8252	10 293	12 320	18 413	21 981	25 573	33 625	38 435
	0,21	0,258	0,291	0,36	0,41	0,415	0,56	0,49	0,6	0,62	0,65	0,72	0,75	0,79	0,84	0,87
9	147	346	614	1342	2012	4000	7548	3544	8471	10 581	12 702	18 926	22 363	26 221	34 825	39 761
	0,21	0,26	0,3	0,37	0,42	0,432	0,57	0,5	0,61	0,63	0,66	0,74	0,77	0,81	0,87	0,9
9,5	151	357	632	1375	2066	4120	7770	3640	8665	10 870	13 082	19 442	23 025	26 868	36 026	40 844
	0,22	0,27	0,31	0,38	0,43	0,44	0,59	0,51	0,62	0,65	0,69	0,76	0,79	0,83	0,9	0,92
10	155	368	650	1408	2118	4220	7959	3736	8860	11 157	13 464	19 955	23 824	27 516	36 827	41 970
	0,23	0,28	0,32	0,39	0,44	0,455	0,61	0,53	0,64	0,67	0,71	0,78	0,83	0,85	0,92	0,95
11	163	385	686	1474	2224	4440	8340	3927	9238	11 737	14 228	20 983	24 986	28 810	38 428	43 737
	0,24	0,3	0,33	0,41	0,47	0,48	0,64	0,55	0,67	0,71	0,75	0,82	0,87	0,89	0,96	0,99
12	170	401	715	1541	2330	4640	8721	4097	9637	12 312	14 996	22 009	26 097	30 105	40 429	45 946
	0,25	0,31	0,35	0,43	0,49	0,496	0,67	0,58	0,7	0,74	0,79	0,86	0,9	0,93	1,01	1,04
13	177	418	744	1607	2436	4820	9023	4267	10 026	12 887	15 609	23 083	27 164	31 724	42 031	47 713
	0,26	0,32	0,36	0,45	0,51	0,52	0,69	0,6	0,72	0,78	0,82	0,9	0,94	0,98	1,05	1,08
14	183	434	773	1674	2523	5006	9324	4436	10 416	13 533	16 196	23 953	28 188	32 695	43 632	49 480
	0,27	0,33	0,38	0,47	0,53	0,547	0,71	0,63	0,75	0,82	0,85	0,94	0,98	1,01	1,09	1,12
15	189	451	802	1740	2610	5175	9627	4605	10 805	14 007	16 764	24 793	29 177	33 990	45 233	51 247
	0,28	0,35	0,39	0,48	0,55	0,56	0,74	0,65	0,78	0,84	0,88	0,97	1,01	1,05	1,13	1,16
16	195	467	831	1793	2697	5360	9928	4754	11 194	14 467	17 316	25 607	30 135	34 961	46 434	53 014
	0,29	0,36	0,4	0,5	0,57	0,575	0,76	0,67	0,81	0,87	0,91	1	1,04	1,08	1,16	1,2
17	200	484	855	1847	2788	5550	10 230	4902	11 584	14 913	17 848	26 393	31 061	36 256	48 035	54 340
	0,3	0,37	0,42	0,51	0,59	0,750	0,78	0,69	0,84	0,9	0,94	1,03	1,08	1,12	1,2	1,23
18	206	500	879	1900	2870	5710	10 531	5050	11 972	15 344	18 365	27 161	31 963	37 227	49 236	56 107
	0,31	0,39	0,43	0,53	0,6	0,615	0,8	0,71	0,86	0,92	0,97	1,06	1 11	1,15	1,23	1,27
19	212	513	903	1953	2986	5860	10 833	5192	12 361	15 764	18 869	27 904	32 794	38 198	50 837	57 874
	0,32	0,4	0,44	0,54	0,63	0,632	0,83	0,73	0,89	0,95	0,99	1,09	1,14	1,18	1,27	1,31
20	217	525	927	2006	3061	6025	11 134	5223	12 713	16 174	19 358	28 628	33 688	39 169	52 038	59 199
	0,33	0,41	0,45	0,56	0,64	0,648	0,85	0,75	0,92	0,97	1,02	1,12	1,17	1,21	1,3	1,34
22	229	550	976	2113	3211	6280	11 737	5585	13 333	16 965	20 304	30 027	35 338	41 111	54 440	61 850
	0,34	0,43	0,48	0,59	0,68	0,68	0,9	0,79	0,96	1,02	1,07	1,18	1,23	1,27	1,36	1,4
24	240	576	1024	2219	3318	6560	12 341	5834	13 926	17 718	21 208	31 364	36 907	43 054	58 841	64 942
	0,35	0,44	0,5	0,62	0,7	0,715	0,94	0,82	1,01	1,07	1,12	1,23	1,28	1,36	1,42	1,47
26	255	601	1061	2305	3455	6840	12 944	6071	14 494	18 442	22 073	32 645	38 413	44 672	59 243	67 593
	0,37	0,46	0,52	0,64	0,73	0,735	0,99	0,86	1,05	1,11	1,16	1,28	1,33	1,38	1,48	1,53
28	263	626	1081	2390	3584	7110	13 406	6301	15 042	19 138	22 905	33 875	39 863	46 291	61 645	69 802
	0,39	0,48	0,53	0,66	0,75	0,77	1,02	0,89	1,09	1,15	1,2	1,33	1,38	1,43	1,54	1,58
30	271	647	1136	2476	3713	7350	13 876	6522	15 570	19 809	23 711	35 066	41 262	47 909	63 646	72 453
	0,4	0,5	0,55	0,69	0,78	0,79	1,06	0,92	1,12	1,19	1,25	1,37	1,43	1,48	1,59	1,64
32	279	667	1173	2561	3842	7650	14 331	6736	16 079	20 459	24 487	36 217	42 618	49 528	65 648	74 662
	0,41	0,52	0,57	0,71	0,81	0,82	1,1	0,95	1,16	1,23	1,29	1,42	1,48	1,53	1,64	1,69
34	287	688	1210	2647	3962	7725	14 772	6943	16 575	20 799	25 242	37 330	43 927	51 147	68 050	77 312
	0,42	0,53	0,59	0,74	0,83	0,85	1,13	0,98	1,2	1,25	1,33	1,46	1,52	1,58	1,69	1,75
36	29,5	709	1248	2721	4082	8050	15 200	7145	17 056	21 700	25 974	38 412	45 202	52 765	69 651	79 521
	0,43	0,55	0,61	0,76	0,86	0,87	1,16	1,01	1,23	1,32	1,37	1,51	1,57	1,63	1,74	1,8

Продолжение табл. 46.8

Потери давления на трение на 1 м, кгс/м²	Количество проходящей воды, л/ч (верхняя строка), и скорость движения воды, м/с (нижняя строка), по трубам															
	стальным водогазопроводным (газовым) обыкновенным (ГОСТ 3262—62) условным проходом, мм							стальным бесшовным горячекатаным (ГОСТ 8732—70) наружным диаметром и толщиной стенки, мм								
	15	20	25	32	40	50	70	57/3,5	76/3	(83/3,5)	89/3,5	(102/4)	108/4	(114/4)	(127/4)	133/4
38	304 0,45	729 0,56	1285 0,63	2795 0,78	4202 0,88	8280 0,89	15 616 1,19	7341 1,04	17 523 1,26	22 294 1,34	26 685 1,4	39 466 1,55	46 442 1,61	54 060 1,67	71 652 1,79	81 730 1,85
40	312 0,46	750 0,58	1322 0,64	2869 0,8	4322 0,91	8500 0,91	16 022 1,22	7531 1,06	17 979 1,3	22 874 1,38	27 379 1,44	40 491 1,59	47 648 1,65	53 355 1,71	73 654 1,84	83 497 1,89
45	333 0,493	775 0,611	1347 0,685	3012 0,836	4335 0,918	9100 1,1										
50	353 0,524	826 0,642	1468 0,722	3152 0,882	4620 0,997	9700 1,32										
55	370 0,547	865 0,673	1535 0,757	3308 0,926	4940 1,048	10 356 1,5										
60	386 0,57	907 0,704	1610 0,78	3458 0,966	5160 1,092											
65	402 0,594	947 0,736	1672 0,822	3590 1,005	5375 1,138											
70	416 0,615	990 0,768	1738 0,854	3730 1,042	5575 1,18											
75	433 0,642	1025 0,795	1793 0,882	3860 1,082	5765 1,223											
80	446 0,661	1058 0,821	1855 0,912	3972 1,118												
85	460 0,682	1092 0,848	1915 0,938	4110 1,152												
90	474 0,7	1122 0,869	1965 0,967	4235 1,185												
95	486 0,72	1152 0,895	2023 0,992	4345 1,218												
100	498 0,738	1182 0,92	2078 1,022	4450 1,248												
110	524 0,776	1240 0,965	2176 1,068	4665 1,31												
120	547 0,805	1295 1,015	2275 1,115													
130	569 0,842	1347 1,048	2368 1,162													
140	592 0,872	1400 1,085	2453 1,209													
150	612 0,905	1448 1,124	2542 1,248													
160	632 0,934	1495 1,162														
170	651 0,962	1538 1,2														
180	669 0,99	1585 1,232														
190	687 1,02															
200	706 1,043															

ТАБЛИЦА 44

ДЛЯ РАСЧЕТА НАПОРНЫХ КОНДЕНСАТОПРОВОДОВ ПРИ $k_{ш}=1$ мм

Потери давления на трение на 1 м, кгс/м²	Количество проходящей воды, л/ч (верхняя строка), и скорость движения воды, м/с (нижняя строка), по трубам															
	стальным водогазопроводным (газовым) обыкновенным (ГОСТ 3262—62) условным проходом, мм							стальным бесшовным горячекатаным (ГОСТ 8732—70) наружным диаметром и толщиной стенки, мм								
	15	20	25	32	40	50	70	57/3,5	76,3	(83/3,5)	89/3,5	(102/4)	108/4	(114/4)	(127/4)	133
0,5	36 0,053	71 0,055	113 0,055	259 0,071	390 0,082	785 0,084	1479 0,113	672 0,095	1676 0,121	2140 0,129	2586 0,136	3828 0,15	4528 0,157	5277 0,163	7045 0,176	8065 0,183
0,55	37 0,054	74 0,057	119 0,058	270 0,075	409 0,086	815 0,088	1557 0,119	708 0,1	1773 0,128	2256 0,136	2700 0,142	4057 0,159	4759 0,165	5568 0,172	7405 0,185	8482 0,192
0,6	37 0,055	76 0,059	125 0,061	280 0,078	428 0,09	850 0,092	1636 0,125	743 0,105	1856 0,134	2372 0,143	2833 0,149	4235 0,166	4990 0,173	5859 0,181	7806 0,195	8835 0,2
0,65	38 0,056	79 0,061	131 0,064	295 0,082	442 0,093	900 0,097	1701 0,13	778 0,11	1940 0,14	2472 0,149	2947 0,155	4389 0,172	5221 0,181	6086 0,188	8126 0,203	9189 0,206
0,7	39 0,057	82 0,063	137 0,067	306 0,085	461 0,097	935 0,11	1780 0,136	806 0,114	2009 0,145	2555 0,154	3061 0,161	4568 0,179	5451 0,189	6345 0,196	8446 0,211	9587 0,217
0,75	39 0,058	83 0,064	141 0,069	316 0,088	475 0,1	970 0,105	1845 0,141	842 0,119	2092 0,151	2651 0,16	3175 0,167	4746 0,186	5624 0,195	6571 0,203	8766 0,219	9940 0,225
0,8	40 0,059	84 0,065	148 0,072	327 0,091	494 0,104	1003 0,108	1911 0,146	870 0,123	2161 0,156	2737 0,165	3289 0,173	4925 0,193	5797 0,201	6830 0,211	9087 0,227	10 294 0,233
0,85	41 0,06	85 0,066	152 0,074	338 0,094	508 0,107	1040 0,12	1976 0,151	905 0,128	2230 0,161	2820 0,17	3403 0,179	5104 0,2	5999 0,208	7025 0,217	9367 0,234	10 691 0,242
0,9	41 0,061	88 0,068	158 0,077	949 0,097	523 0,11	1073 0,115	2028 0,155	934 0,132	2300 0,166	2920 0,176	3536 0,186	5231 0,205	6172 0,214	7219 0,223	9647 0,241	11 000 0,249
0,95	42 0,062	91 0,07	162 0,079	360 0,1	544 0,114	1105 0,118	2094 0,16	962 0,136	2355 0,17	3003 0,181	3612 0,19	5384 0,211	6345 0,22	7445 0,23	9927 0,248	11 319 0,256
1	43 0,063	93 0,072	166 0,081	370 0,103	556 0,117	1140 0,122	2146 0,164	997 0,141	2411 0,174	3086 0,186	3707 0,195	5537 0,217	6547 0,227	7640 0,236	10 167 0,254	11 679 0,263
1,1	44 0,065	98 0,076	176 0,086	388 0,108	589 0,124	1190 0,129	2264 0,173	1047 0,148	2535 0,183	3268 0,197	3897 0,206	5818 0,228	6865 0,238	8028 0,248	10 688 0,267	12 237 0,277
1,2	46 0,067	104 0,08	184 0,09	406 0,113	618 0,13	1242 0,135	2356 0,18	1089 0,154	2646 0,191	3401 0,205	4068 0,214	6099 0,239	7182 0,249	8384 0,259	11 168 0,279	12 723 0,288
1,3	47 0,07	107 0,083	193 0,094	421 0,117	646 0,136	1295 0,14	2447 0,187	1138 0,161	2771 0,2	3534 0,213	4259 0,224	6354 0,249	7499 0,26	8740 0,27	11 648 0,29	13 254 0,3
1,4	48 0,071	111 0,086	201 0,098	439 0,122	670 0,141	1340 0,146	2539 0,191	1188 0,168	2882 0,208	3683 0,222	4449 0,234	6583 0,258	7788 0,27	9096 0,28	12 089 0,3	13 784 0,31
1,5	49 0,073	117 0,09	207 0,101	453 0,126	694 0,146	1400 0,152	2630 0,201	1231 0,174	3006 0,217	3816 0,23	4601 0,242	6839 0,268	8047 0,279	9420 0,29	12 529 0,31	14 225 0,32
1,6	50 0,074	120 0,093	215 0,105	467 0,13	718 0,151	1455 0,157	2722 0,208	1280 1,181	3103 0,224	3948 0,238	4753 0,25	7068 0,277	8336 0,289	9711 0,3	12 969 0,32	14 623 0,33
1,7	52 0,076	124 0,096	221 0,108	485 0,135	741 0,156	1505 0,162	2814 0,215	1322 0,187	3187 0,23	4081 0,246	4905 0,258	7298 0,286	8595 0,298	10 003 0,31	13 330 0,33	15 065 0,34
1,8	53 0,079	128 0,099	230 0,112	500 0,139	765 0,161	1550 0,167	2905 0,222	1358 0,192	3283 0,237	4197 0,253	5057 0,266	7502 0,294	8826 0,306	10 294 0,32	13 650 0,34	15 462 0,35
1,9	54 0,08	132 0,102	236 0,115	518 0,144	789 0,166	1595 0,172	2997 0,229	1400 0,198	3330 0,244	4313 0,26	5209 0,274	7706 0,302	9085 0,315	10 585 0,33	14 010 0,35	15 904 0,36
2	56 0,083	136 0,105	246 0,12	532 0,148	808 0,17	1635 0,176	3088 0,236	1443 0,204	3477 0,251	4430 0,267	5342 0,281	7910 0,31	9316 0,323	10 877 0,34	14 330 0,36	16 302 0,37
2,2	58 0,086	142 0,11	256 0,125	564 0,157	856 0,18	1700 0,184	3232 0,247	1520 0,215	3671 0,265	4662 0,281	5608 0,295	8319 0,326	9778 0,339	11 459 0,35	15 011 0,38	17 141 0,39
2,4	61 0,09	150 0,116	266 0,18	586 0,163	894 0,188	1780 0,192	3390 0,259	1577 0,223	3824 0,276	4894 0,295	5723 0,301	8676 0,34	10 239 0,355	11 913 0,37	15 691 0,39	17 980 0,41
2,6	64 0,095	157 0,121	279 0,136	611 0,17	931 0,196	1860 0,2	3533 0,27	1641 0,232	3990 0,288	5093 0,307	6141 0,323	9033 0,354	10 701 0,371	12 333 0,38	16 372 0,41	18 820 0,42
2,8	66 0,098	163 0,126	289 0,141	633 0,176	965 0,203	1930 0,21	3677 0,281	1697 0,24	4156 0,3	5292 0,319	6369 0,335	9391 0,368	11 076 0,384	12 754 0,39	17 052 0,43	19 615 0,44
3	69 0,101	170 0,13	290 0,146	658 0,183	1003 0,211	2010 0,216	3821 0,292	1761 0,249	4295 0,31	5491 0,331	6578 0,346	9748 0,382	11 393 0,395	13 175 0,41	17 733 0,44	20 454 0,46
3,2	71 0,105	175 0,135	309 0,151	680 0,189	1041 0,219	2075 0,224	3939 0,301	1817 0,257	4461 0,32	5674 0,34	6806 0,36	10 079 0,39	11 739 0,4	13 596 0,42	18 373 0,46	21 073 0,48
3,4	74 0,109	180 0,139	318 0,155	705 0,196	1074 0,22	2140 0,23	4057 0,31	1881 0,266	4586 0,33	5856 0,35	7034 0,37	10 360 0,4	12 085 0,42	14 049 0,43	19 054 0,47	21 691 0,49

Продолжение табл. 46.9

Потери давления на трение на 1 м, кгс/м²	Количество проходящей воды, л/ч (верхняя строка), и скорость движения воды, м/с (нижняя строка), по трубам															
	стальным водогазопроводным (газовым) обыкновенным (ГОСТ 3262—62) условным проходом, мм							стальным бесшовным горячекатаным (ГОСТ 8732—70) наружным диаметром и толщиной стенки, мм								
	15	20	25	32	40	50	70	57/3,5	76/3	(83/3,5)	89/3,5	(102/4)	108/4	(114/4)	(127/4)	133/4
3,6	77 0,113	186 0,144	328 0,16	726 0,202	1107 0,23	2210 0,238	4188 0,32	1938 0,274	4710 0,34	6022 0,36	7224 0,38	10 641 0,42	12 402 0,43	14 470 0,45	19 614 0,49	22 255 0,5
3,8	79 0,116	192 0,148	336 0,164	751 0,209	1136 0,24	2270 0,245	4306 0,329	2001 0,283	4835 0,35	6188 0,37	7434 0,39	10 896 0,43	12 748 0,44	14 891 0,46	20 095 0,5	22 884 0,52
4	81 0,119	197 0,152	346 0,169	777 0,216	1169 0,25	2340 0,252	4423 0,338	2051 0,29	4960 0,36	6354 0,38	7624 0,4	11 151 0,44	13 066 0,46	15 312 0,47	20 615 0,51	23 502 0,53
4,5	86 0,127	210 0,162	369 0,18	820 0,228	1245 0,26	2480 0,267	4698 0,359	2178 0,308	5265 0,38	6736 0,4	8099 0,42	11 789 0,46	13 902 0,48	16 380 0,5	21 816 0,54	25 004 0,57
5	92 0,135	220 0,17	394 0,192	866 0,241	1312 0,27	2620 0,282	4960 0,379	2298 0,325	5569 0,4	7117 0,43	8555 0,45	12 427 0,48	14 739 0,51	17 448 0,54	23 017 0,57	26 506 0,6
5,5	96 0,142	229 0,177	416 0,203	913 0,254	1369 0,29	2750 0,3	5208 0,398	2426 0,343	5874 0,42	7466 0,45	8935 0,47	13 065 0,51	15 575 0,54	18 225 0,56	24 258 0,6	27 832 0,63
6	101 0,149	240 0,185	441 0,215	960 0,267	1431 0,3	2880 0,31	5457 0,417	2553 0,361	6138 0,44	7797 0,47	9278 0,49	13 703 0,53	16 411 0,57	18 970 0,58	25 458 0,63	28 980 0,65
6,5	105 0,155	249 0,192	455 0,222	996 0,277	1488 0,31	3000 0,323	5667 0,433	2652 0,375	6401 0,46	8129 0,49	9620 0,5	14 366 0,56	17 017 0,59	19 746 0,61	26 419 0,66	30 173 0,68
7	109 0,161	259 0,2	471 0,23	1032 0,287	1549 0,32	3120 0,337	5889 0,45	2751 0,389	6664 0,48	8395 0,51	9962 0,52	15 030 0,59	17 594 0,61	20 523 0,63	27 420 0,68	31 356 0,71
7,5	113 0,167	268 0,207	486 0,237	1071 0,298	1606 0,34	3220 0,35	6111 0,467	2850 0,403	6836 0,5	8660 0,52	10 304 0,54	15 540 0,61	18 200 0,63	21 300 0,66	28 381 0,71	32 559 0,74
8	117 0,173	278 0,215	502 0,245	1107 0,308	1668 0,35	3340 0,36	6308 0,482	2949 0,217	7107 0,51	8776 0,53	10 646 0,56	16 000 0,63	18 805 0,65	22 045 0,68	29 341 0,73	33 752 0,75
8,5	122 0,17	289 0,22	516 0,25	1143 0,31	1720 0,36	3440 0,37	6504 0,5	3048 0,43	7313 0,53	9174 0,55	10 989 0,58	16 459 0,64	19 411 0,67	22 822 0,7	30 302 0,75	34 679 0,78
9	125 0,18	298 0,23	633 0,26	1172 0,32	1768 0,37	3530 0,382	6700 0,51	3133 0,44	7537 0,54	9423 0,57	11 331 0,59	16 918 0,66	20 017 0,72	23 437 0,78	31 303 0,81	35 651 0,84
9,5	129 0,19	308 0,24	547 0,27	1204 0,33	1816 0,38	3650 0,4	6897 0,53	3218 0,45	7703 0,55	9689 0,58	11 673 0,61	17 377 0,68	20 622 0,71	24 052 0,74	32 263 0,8	36 579 0,83
10	132 0,195	317 0,25	563 0,28	1233 0,34	1863 0,39	3740 0,4	7067 0,54	3303 0,46	7880 0,57	9938 0,6	12 015 0,63	17 837 0,7	21 315 0,74	24 667 0,76	33 024 0,82	37 552 0,85
11	139 0,205	331 0,26	591 0,29	1291 0,36	1953 0,41	3940 0,425	7520 0,57	3472 0,49	8230 0,59	10 452 0,63	12 681 0,67	18 755 0,74	22 382 0,77	25 897 0,8	34 625 0,86	39 451 0,89
12	145 0,214	346 0,27	619 0,3	1348 0,37	2048 0,43	4120 0,44	7747 0,59	3621 0,51	8576 0,62	10 966 0,66	13 365 0,7	19 674 0,77	23 362 0,81	27 127 0,84	36 186 0,9	41 174 0,93
13	151 0,223	360 0,28	646 0,31	1406 0,39	2139 0,45	4265 0,455	8009 0,61	3769 0,53	8992 0,64	11 480 0,69	13 917 0,73	20 644 0,81	24 314 0,84	28 325 0,87	37 667 0,94	42 853 0,97
14	156 0,23	374 0,29	670 0,33	1463 0,41	2219 0,46	4440 0,47	8271 0,63	3918 0,55	9269 0,67	12 061 0,73	14 449 0,76	21 435 0,84	25 237 0,87	29 393 0,91	39 068 0,97	44 488 1,01
15	162 0,238	388 0,3	695 0,34	1521 0,42	2296 0,48	4590 0,49	8546 0,65	4066 0,57	9601 0,69	12 476 0,75	14 943 0,78	22 175 0,87	26 131 0,9	30 429 0,94	40 470 1,01	46 034 1,04
16	166 0,245	403 0,31	721 0,35	1568 0,44	2372 0,5	4750 0,51	8807 0,67	4201 0,59	9947 0,72	12 890 0,78	15 437 0,81	22 889 0,9	26 968 0,93	31 432 0,97	41 790 1,04	47 536 1,07
17	171 0,252	417 0,32	742 0,36	1614 0,45	2448 0,51	4900 0,53	9082 0,69	4328 0,61	10 294 0,74	13 272 0,8	15 913 0,84	23 604 0,92	27 804 0,96	32 371 1	43 071 1,07	49 038 1,11
18	176 0,259	431 0,33	762 0,37	1661 0,46	2524 0,53	5050 0,55	9344 0,71	4462 0,63	10 640 0,77	13 670 0,82	16 388 0,86	24 293 0,95	28 612 0,99	33 342 1,03	44 312 1,11	50 452 1,14
19	181 0,266	443 0,34	783 0,38	1708 0,47	2624 0,55	5180 0,57	9619 0,73	4590 0,65	10 987 0,79	14 035 0,85	16 825 0,88	24 956 0,98	29 362 1,02	34 249 1,06	45 513 1,14	51 821 1,17
20	185 0,273	453 0,35	804 0,39	1754 0,49	2690 0,57	5300 0,59	9880 0,75	4703 0,66	11 305 0,81	14 400 0,87	17 263 0,91	25 594 1	30 169 1,05	35 155 1,09	46 714 1,17	53 191 1,2
22	196 0,288	475 0,36	847 0,41	1848 0,51	2823 0,59	5575 0,6	10 417 0,79	4936 0,7	11 859 0,85	15 113 0,91	18 099 0,95	26 845 1,05	31 640 1,1	36 871 1,14	48 996 1,22	55 753 1,26

Продолжение табл. 46.9

Потери давления на трение на 1 м, кгс/м²	Количество проходящей воды, л/ч (верхняя строка), и скорость движения воды, м/с (нижняя строка), по трубам															
	стальным водогазопроводным (газовым) обыкновенным (ГОСТ 3262—62) условным проходом, мм							стальным бесшовным горячекатаным (ГОСТ 8732—70) наружным диаметром и толщиной стенки, мм								
	15	20	25	32	40	50	70	57/3,5	76/3	(83/3,5)	89/3,5	(102/4)	108/4	(114/4)	(127/4)	133/4
24	205 0,302	497 0,38	887 0,43	1941 0,54	2918 0,61	5850 0,62	10 954 0,84	5155 0,73	12 386 0,89	15 777 0,95	18 917 0,99	28 044 1,1	33 054 1,15	38 489 1,19	51 157 1,28	58 227 1,32
26	215 0,316	518 0,4	920 0,45	2017 0,56	3037 0,64	6050 0,65	11 490 0,88	5368 0,76	12 885 0,93	16 424 0,99	19 677 1,03	29 192 1,14	34 380 1,19	40 076 1,24	53 279 1,33	60 613 1,37
28	224 0,33	540 0,42	953 0,46	2089 0,58	3151 0,66	6280 0,68	11 896 0,91	5565 0,78	13 369 0,96	17 055 1,03	20 438 1,07	30 289 1,19	35 678 1,24	41 597 1,28	55 280 1,38	62 910 1,42
30	232 0,341	558 0,43	984 0,48	2164 0,6	3260 0,68	6520 0,7	12 315 0,94	5764 0,81	13 841 1	17 652 1,06	21 141 1,11	31 361 1,23	36 947 1,28	43 054 1,33	57 202 1,43	65 119 1,47
32	238 0,351	576 0,44	1017 0,49	2240 0,62	3375 0,71	6750 0,73	12 720 0,97	5955 0,84	14 298 1,03	18 216 1,1	21 844 1,15	32 382 1,27	38 159 1,32	44 446 1,37	59 083 1,47	67 240 1,52
34	245 0,361	593 0,46	1050 0,51	2315 0,64	3484 0,73	6920 0,75	13 113 1	6138 0,87	14 741 1,06	18 531 1,12	22 510 1,18	33 377 1,31	39 341 1,36	45 805 1,41	60 924 1,52	69 316 1,57
36	252 0,371	611 0,47	1092 0,53	2380 0,66	3588 0,75	7130 0,77	13 492 1 03	6315 0,89	15 171 1,09	19 327 1,16	23 156 1,22	34 347 1,35	40 466 1,4	47 165 1,46	62 686 1,57	71 348 1,61
38	259 0,382	629 0,48	1115 0,54	2445 0,68	3693 0,78	7300 0,79	13 859 1,06	6485 0,92	15 586 1,12	19 858 1,2	23 803 1,25	35 291 1,38	41 591 1,44	48 427 1,5	64 407 1,61	73 292 1,66
40	266 0,392	647 0,5	1146 0,56	2510 0,7	3798 0,8	7520 0,81	14 225 1,09	6655 0,94	15 988 1,15	20 373 1,23	24 411 1,28	36 210 1,42	42 658 1,48	49 690 1,53	66 048 1,65	75 192 1,7
45	281 0,418	667 0,518	1143 0,582	2570 0,761	3690 0,780	8000 0,935										
50	302 0,446	703 0,545	1235 0,614	2678 0,751	3930 0,848	8450 0,985										
55	317 0,466	734 0,572	1305 0,643	2810 0,787	4200 0,893	8900 1,032										
60	329 0,484	769 0,598	1365 0,663	2942 0,822	4390 0,930											
65	343 0,506	804 0,625	1422 0,698	3055 0,855	4665 0,966											
70	356 0,524	842 0,652	1475 0,727	3175 0,885	4740 1,008											
75	369 0,546	871 0,674	1525 0,75	3280 0,92	4900 1,04											
80	381 0,563	901 0,697	1575 0,775	3377 0,95												
85	391 0,581	929 0,72	1628 0,797	3500 0,97												
90	403 0,596	955 0,737	1670 0,822	3598 1,017												
95	414 0,613	981 0,761	1720 0,844	3690 1,035												
100	424 0,627	1006 0,782	1765 0,868	3795 1,062												
110	446 0,661	1053 0,819	1845 0,908	3960 1,112												
120	466 0,686	1105 0,864	1933 0,947													
130	486 0,718	1114 0,892	2010 0,99													
140	504 0,742	1192 0,924	2080 1,028													

Продолжение табл. 46.9

Потери давления на трение на 1 м, кгс/м²	Количество проходящей воды, л/ч (верхняя строка), и скорость движения воды, м/с (нижняя строка), по трубам															
	стальным водогазопроводным (газовым) обыкновенным (ГОСТ 3262—62) условным проходом, мм							стальным бесшовным горячекатаным (ГОСТ 8732—70) наружным диаметром и толщиной стенки, мм								
	15	20	25	32	40	50	70	57/3,5	76/3	(83/3,5)	89/3,5	(102/4)	103/4	(114/4)	(127/4)	133/4
150	523 0,771	1230 0,957	2161 1,061													
160	537 0,794	1272 0,99														
170	554 0,819	1318 1,02														
180	569 0,843	1348 1,042														
190	586 0,867															
200	602 0,887															

ТАБЛИЦА 46.10

ЭКВИВАЛЕНТНЫЕ ДЛИНЫ $l_{экв}$ МЕСТНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ ДЛЯ РАСЧЕТА НАПОРНЫХ КОНДЕНСАТОПРОВОДОВ В ЗАКРЫТЫХ СИСТЕМАХ ПРИ $k_ш$ = 0,5 мм

Условный проход или наружный диаметр и толщина стенки, мм	Значения $l_{экв}$, м, при сумме коэффициентов местных сопротивлений $\Sigma\zeta$														
	0,6	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	6	7	8	9	10
15	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,1	1,4	1,5	1,8	1,9	2,3	2,7	3,1	3,4	3,8
20	0,3	0,6	0,9	1,1	1,4	1,7	2	2,3	2,5	2,9	3,4	4	4,5	5,1	5,6
25	0,4	0,8	1,2	1,5	1,9	2,3	2,7	3,1	3,5	3,9	4,6	5,4	6,2	6,9	7,7
32	0,6	1,1	1,7	2,2	2,8	3,3	3,9	4,5	5	5,6	6,6	7,7	8,8	10	11,1
40	0,7	1,4	2	2,6	3,3	4	4,6	5,3	6	6,6	8	9,2	10,6	11,8	13,2
50	1	1,8	2,8	3,6	4,6	5,5	6,4	7,3	8,3	9,1	11	12,8	14,6	16,5	18,3
70	1,3	2,5	3,7	5	6,3	7,5	8,8	10	11,3	12,5	15	17,5	20	22,5	25
76/3	1,3	2,6	3,9	5,2	6,5	7,8	9,1	10,4	11,7	13,1	15,6	18,2	20,8	23,4	26
(83/3,5)	1,6	3,2	4,8	6,4	8	9,6	11,2	12,7	14,3	15,9	19,1	22,2	25,4	28,6	32
(102/4)	1,9	3,7	5,6	7,6	9,5	11,3	13,2	15,1	17,1	18,7	22,6	26,4	30,2	34	37,6
108/4	2,1	4,1	6,1	8,2	10,2	12,3	14,2	16,3	18,3	20,3	24,5	28,5	32,5	36,5	40,7
133/4	2,7	5,3	8	10,7	13,4	16	18,7	21,3	24	26,7	32	37,4	42,6	48	53,4

ТАБЛИЦА 46.11

ЭКВИВАЛЕНТНЫЕ ДЛИНЫ $l_{экв}$ МЕСТНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ ДЛЯ РАСЧЕТА НАПОРНЫХ КОНДЕНСАТОПРОВОДОВ В ОТКРЫТЫХ СИСТЕМАХ ПРИ $k_ш$ = 1 мм

Условный проход или наружный диаметр и толщина стенки, мм	Значения $l_{экв}$, м, при сумме коэффициентов местных сопротивлений $\Sigma\zeta$														
	0,6	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	6	7	8	9	10
15	0,1	0,3	0,5	0,7	0,8	0,9	1,1	1,3	1,5	1,6	1,9	2,3	2,6	3	3,2
20	0,3	0,5	0,7	0,9	1,2	1,4	1,7	1,9	2,1	2,4	2,9	3,3	3,8	4,3	4,8
25	0,4	0,7	1	1,3	1,6	1,9	2,3	2,6	2,9	3,3	3,9	4,6	5,2	5,8	6,5
32	0,5	0,9	1,4	1,9	2,3	2,8	3,3	3,7	4,2	4,7	5,6	6,5	7,4	8,4	9,3
40	0,5	1,1	1,7	2,2	2,7	3,3	3,9	4,4	5	5,6	6,7	7,8	8,9	10	11,1
50	0,8	1,5	2,3	3	3,9	4,6	5,4	6,2	6,9	7,7	9,2	10,8	12,3	13,7	15,4
70	1,1	2,1	3,1	4,2	5,3	6,3	7,4	8,4	9,5	10,5	12,6	14,8	16,9	18,9	21,1
76/3	1,1	2,2	3,3	4,3	5,5	6,6	7,6	8,8	9,8	10,9	13,1	15,3	17,5	19,7	21,9
(83/3,5)	1,4	2,7	4	5,4	6,7	8	9,4	10,7	12	13,4	16	18,7	21,4	24,1	26,8
(102/4)	1,6	3,1	4,8	6,4	8	9,5	11,1	12,7	14,3	15,8	19,1	22,2	25,4	28,6	31,8
108/4	1,7	3,4	5,1	6,9	8,6	10,3	12	13,7	15,5	17,2	20,6	24	27,4	30,7	34,3
133/4	2,3	4,5	6,7	9	11,2	13,5	15,7	17,8	20,2	22,5	27	31,4	35,9	40,5	44,8

ТАБЛИЦА 45.2

КОЭФФИЦИЕНТЫ ζ МЕСТНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ (ПО ОПЫТНЫМ ДАННЫМ НИИ САНИТАРНОЙ ТЕХНИКИ)

Местное сопротивление	Условный проход, мм	Значения ζ при скорости, м/с				
		0,025	0,05	0,075	0,1	0,2 и более
Радиаторы двухколонные (вход и выход) диаметром подводки 15 или 20 мм	15 20	3,8 2	2,2 1,4	1,7 1,3	1,6 1,2	1,6 1,2
Змеевик из труб плоский (длиной 1500 мм, высотой 500 мм)	15 20	48 40	28 22	28 22	28 22	28 22
Краны пробковые проходные	15 20 25	5,7 3,7 3,2	3,8 2 1,8	3,5 1,6 1,5	3,4 1,4 1,3	3 1,2 1
Краны двойной регулировки:						
с цилиндрической пробкой	15 20	— —	— —	— —	— —	4 2
шиберного типа	15	4,8	3,9	3,7	3,5	3
Краны трехходовые конструкции треста Сантехдеталь:						
при прямом проходе	15 20 25	— — —	— — —	— — —	— — —	2 1,5 2
при проходе с поворотом	15; 20 25	— —	— —	— —	— —	3 4,5
Краны трехходовые конструкции Главмосстроя:						
при прямом подходе	15 20 и более	— —	— —	— —	— —	3,2 6,6
при проходе с поворотом	15 20 и более	— —	— —	— —	— —	5,5 10,5
Вентили с вертикальными шпинделями (15ч18бр)	15 20 25; 32 40 50 и более	— — — — —	— — — — —	— — — — —	— — — — —	16 10 9 8 7
Вентили прямоточные с косыми шпинделями (15с58)	15; 20; 25 32; 40 50 и более	— — —	— — —	— — —	— — —	3 2,5 2
Задвижки параллельные	25; 32; 40 50 и более	—	—	—	—	0,5
Отводы под углом 45° (утки) с радиусом закругления $R=3d$	15 20 25	3,2 1,7 1,6	1,5 1 0,8	0,9 0,7 0,65	0,7 0,65 0,65	0,6 0,6 0,6
Скобы с радиусом закругления $R=3d$	15 20 25 32	6 4 2,3 1,4	2,2 1,3 1,1 0,8	2,1 1 0,7 0,6	2,1 1 0,7 0,5	2 1,2 0,6 0,4
Отводы под углом 90° с радиусом закругления $R=3d$	15 20 25 32	5 3,7 3 1	1,6 1,5 1,2 0,3	1,4 1,2 0,8 0,2	1,3 1,1 0,6 0,2	1,3 1,1 0,6 0,2

ТАБЛИЦА 46.13

КОЭФФИЦИЕНТЫ ζ МЕСТНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ (ПРИБЛИЖЕННЫЕ ЗНАЧЕНИЯ)

Местное сопротивление	Значения ζ при условном проходе труб, мм						
	10	15	20	25	32	40	50 и более
Радиаторы двухколонные	2	2	2	2	2	2	2
Котлы:							
чугунные	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
стальные	2	2	2	2	2	2	2
Внезапное расширение (относится к большей скорости)	1	1	1	1	1	1	1
Внезапное сужение (относится к большей скорости)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Отступы	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Тройники:							
проходные (схема I)	1	1	1	1	1	1	1
поворотные на ответвление (схема II)	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
на противотоке (схема III)	3	3	3	3	3	3	3
Крестовины:							
проходные (схема IV)	2	2	2	2	2	2	2
поворотные (схема V)	3	3	3	3	3	3	3
Компенсаторы:							
П-образные и лирообразные	2	2	2	2	2	2	2
сальниковые	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Вентили:							
обыкновенные	20	16	10	9	9	8	7
прямоточные	3	3	3	3	2,5	2,5	2
Краны:							
проходные	5	4	2	2	2	—	—
двойной регулировки с цилиндрической пробкой	[illegible]	4	2	2	2	—	—
Задвижки параллельные	—	—	—	0,5	0,5	0,5	0,5
Отводы:							
90° и утка	2	1,5	1,5	1	1	0,5	0,5
двойные узкие	2	2	2	2	2	2	2
» широкие	1	1	1	1	1	1	1
Скобы	4	3	2	2	2	2	2

Примечание. Для точных расчетов коэффициенты местных сопротивлений принимают по табл. 46.14—46.21.

ДПБ

ТАБЛИЦА 46.14

КОЭФФИЦИЕНТЫ $\zeta_{отв}$ ТРОЙНИКОВ ДЛЯ СТАЛЬНЫХ ВОДОГАЗОПРОВОДНЫХ ТРУБ (ПО ОПЫТНЫМ ДАННЫМ б. ЦНИПС)

Схема	$\frac{d_{отв}}{d_{ств}}$	Группа тройников (см. табл. 46.15)	Значения $\zeta_{отв}$ при $\overline{G}_{отв} = G_{отв}/G_{ств}$									
			0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
$d_{отв}$; $d_{прох}$ → $d_{ств}$	1	I	—65	—10	—2,66	0,625	2	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3
	0,74	II	—25	—3,62	0	1	1,4	1,6	1,8	1,9	2	2
	0,66	III	—15,2	—1,29	0,55	1	1,2	1,4	1,55	1,7	1,73	1,73
	0,59	IV	—8	0,3	0,8	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5
	0,52	V	—5	0,4	0,9	1	1,1	1,2	1,25	1,3	1,32	1,34
	0,44	VI	—2	0,5	0,9	1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
	0,3	VII	—0,4	0,6	0,9	1	1,05	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
$d_{отв}$; $d_{ств}$ → $d_{прох}$	1	I	90	25	12,5	7,75	5,4	4,15	3,3	2,8	2,55	2,3
	0,74	II	33	9,4	4,7	3	2	1,5	1,2	1,05	1	1
	0,66	III	23	6,88	3,52	2,25	1,6	1,25	1	0,9	0,9	0,9
	0,59	IV	13,5	4,73	2,88	1,8	1,34	1,1	0,95	0,83	0,8	0,8
	0,52	V	10	3,3	1,88	1,3	1	0,83	0,72	0,67	0,65	0,65
	0,44	VI	5,3	1,9	1,4	0,8	0,6	0,52	0,5	0,5	0,5	0,5
	0,3	VII	2,1	0,935	0,542	0,4	0,305	0,25	0,215	0,2	0,2	0,2
$d_{ств}$; $d_{отв}$ → ← $d_{отв}$	1	I	80	21,5	11	7	5	3,9	3,25	2,8	2,5	2,3
$d_{ств}$; $d_{отв}$ ← → $d_{отв}$	1	I	100	29	14,5	9	6,3	4,75	3,8	3,1	2,66	2,3

ТАБЛИЦА 46.15

ГРУППЫ ТРОЙНИКОВ

Тройники, мм	Группа
Равносторонние	I
20×15×20	II
25×15×25	IV
25×20×25	II
32×15×32	VI
32×20×32	IV
32×25×32	II
40×15×40	—*
40×20×40	V
40×25×40	III
40×32×40	—*
50×15×50	VII

Продолжение табл. 46.15

Тройники, мм	Группа
50×20×50	VI
50×25×50	V
50×32×50	III
50×40×50	II
70×15×70	VII
70×20×70	VII
70×25×70	VI
70×32×70	V
70×40×70	IV
70×50×70	II

* Значения $\zeta_{отв}$ принимать по интерполяции в соответствии с табл. 46.14.

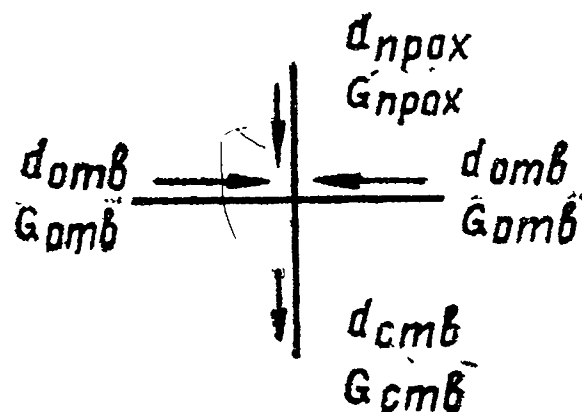
ТАБЛИЦА 46.16

КОЭФФИЦИЕНТЫ $\zeta_{прох}$ ТРОЙНИКОВ ДЛЯ СТАЛЬНЫХ ВОДОГАЗОПРОВОДНЫХ ТРУБ ПРИ СЛИЯНИИ ИЛИ ДЕЛЕНИИ ПОТОКОВ (ПО ОПЫТНЫМ ДАННЫМ б. ЦНИПС)

$\bar{G}_{прох}=G_{прох}/G_{ств}$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
$\zeta_{прох}$	70	16	6,7	3,56	2,2	1,41	1	0,86	0,76	0,7

ТАБЛИЦА 46.17

КОЭФФИЦИЕНТЫ $\zeta_{отв}$ КРЕСТОВИН ДЛЯ СТАЛЬНЫХ ВОДОГАЗОПРОВОДНЫХ ТРУБ ПРИ СЛИЯНИИ ПОТОКОВ (ПО ОПЫТНЫМ ДАННЫМ б. ЦНИПС)



$\bar{G}_{отв_2}$	Значения $\zeta_{отв}$ при $\bar{G}_{отв_1}$									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
	$\bar{d}_{отв}=1$									
0	—25	3,3	4	3,3	2,6	2,2	1,9	1,7	1,6	1,5
0,1	8	7,3	5,2	3,9	3,1	2,5	2	1,8	1,7	—
0,2	37	14	7,2	4,8	3,6	2,8	2,3	1,9	—	—
0,3	48	15,3	8,2	5,3	3,8	3	2,4	—	—	—
0,4	60	18	9,3	5,9	4,2	3,1	—	—	—	—
0,5	64	19,5	10,2	6,5	4,7	—	—	—	—	—
0,6	78	22,5	11,4	7,3	—	—	—	—	—	—
0,7	95	26,8	13,3	—	—	—	—	—	—	—
0,8	110	30,2	—	—	—	—	—	—	—	—
0,9	124	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	$\bar{d}_{отв}=0,76$									
0	—14,3	0,3	1,5	1,5	1,4	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1
0,1	—5	2,4	2,2	1,8	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	—
0,2	9,7	4,3	2,8	2,1	1,7	1,5	1,4	1,3	—	—
0,3	10,5	5,7	3,4	2,4	1,9	1,7	1,4	—	—	—
0,4	20,5	6,7	3,7	2,7	2,1	—	—	—	—	—
0,5	27,5	8,2	4,4	2,9	2,2	—	—	—	—	—
0,6	32,8	5,4	4,9	3,2	—	—	—	—	—	—
0,7	38,5	11,6	5,5	—	—	—	—	—	—	—
0,8	45	12,4	—	—	—	—	—	—	—	—
0,9	52,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	$\bar{d}_{отв}=0,59$									
0	—6,1	—0,3	1	1,1	1	1	1	1	1	1
0,1	—3,1	0,9	1,4	1,2	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1	—
0,2	0	1,7	1,5	1,4	1,3	1,3	1,2	1,2	—	—
0,3	4,9	2,5	1,8	1,5	1,4	1,3	1,2	—	—	—
0,4	9,2	3,4	2,2	1,8	1,5	1,4	—	—	—	—
0,5	14,6	4,3	2,6	1,9	1,6	—	—	—	—	—
0,6	17,1	5,2	3	2,1	—	—	—	—	—	—
0,7	20,7	5,8	3	—	—	—	—	—	—	—
0,8	22	5,8	—	—	—	—	—	—	—	—
0,9	23,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Примечание. $\bar{d}_{отв}=d_{отв}/d_{ств}$ — относительный диаметр ответвления; $\bar{G}_{отв_1}=G_{отв_1}/G_{ств}$ — относительный расход в ответвлении, для которого определяются значения; $\bar{G}_{отв_2}=G_{отв2}/G_{ств}$ — относительный расход в противоположном ответвлении.

ТАБЛИЦА 46.18

КОЭФФИЦИЕНТЫ $\zeta_{прох}$ КРЕСТОВИН ДЛЯ СТАЛЬНЫХ ВОДОГАЗОПРОВОДНЫХ ТРУБ ПРИ СЛИЯНИИ ПОТОКОВ (ПО ОПЫТНЫМ ДАННЫМ б. ЦНИПС)

$\bar{G}_{прох}=G_{прох}/G_{отв}$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
$\zeta_{прох}$	115	24,7	10,7	5,6	3,6	2,6	2	1,7	1,4	1,3

ТАБЛИЦА 46.19

КОЭФФИЦИЕНТЫ $\zeta_{отв}$ КРЕСТОВИН ДЛЯ СТАЛЬНЫХ ВОДОГАЗОПРОВОДНЫХ ТРУБ ПРИ ДЕЛЕНИИ ПОТОКОВ (ПО ОПЫТНЫМ ДАННЫМ б. ЦНИПС)

$\bar{d}_{отв}$	Соотношение расходов	Значения $\zeta_{отв}$ при $\bar{G}_{отв}$										
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,45	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
1	$G_{отв_1}\neq G_{отв_2}$	105	26,6	12,3	7,5	6,2	5,2	3,9	3,2	2,7	2,3	2,1
	$G_{отв_1}=G_{отв_2}$	105	26,6	12,3	13,7	12,5	7	—	—	—	—	—
0,76	$G_{отв_1}\neq G_{отв_2}$	32,5	9,4	4,7	3	2,7	2,1	1,6	1,4	1,2	1,1	1
	$G_{отв_1}=G_{отв_2}$	32,5	9,4	8,1	6	5,1	4,7	—	—	—	—	—
0,59	$G_{отв_1}\neq G_{отв_2}$	14,1	4,1	2,4	1,7	1,5	1,4	1,2	1,1	1	1	0,9
	$G_{отв_1}=G_{отв_2}$	15,3	4,4	3,4	3,2	2,5	2,1	—	—	—	—	—

ТАБЛИЦА 46.20

КОЭФФИЦИЕНТЫ $\zeta_{прох}$ КРЕСТОВИН ДЛЯ СТАЛЬНЫХ ВОДОГАЗОПРОВОДНЫХ ТРУБ ПРИ ДЕЛЕНИИ ПОТОКОВ (ПО ОПЫТНЫМ ДАННЫМ б. ЦНИПС)

$\bar{G}_{прох}=G_{прох}/G_{ств}$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,45	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
$\zeta_{прох}$	93	20,6	7,3	3	2,1	1,6	1,2	1	0,9	0,9	0,9

Примечание. Для более точного определения величины потерь давления при $\bar{G}_{прох}=0,1...0,2$ рекомендуется тщательное интерполирование.

ТАБЛИЦА 46.21

ДОЛИ ПОТЕРЬ ДАВЛЕНИЯ НА МЕСТНЫЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ И НА ТРЕНИЕ ОТ ОБЩИХ ПОТЕРЬ ДАВЛЕНИЯ В ТРУБОПРОВОДАХ

Характеристика систем	Доли потерь	
	на местные сопротивления k	на трение $1-k$
Системы водяного отопления с естественной циркуляцией воды (независимо от протяженности по вертикали и горизонтали)	0,5	0,5
То же, с насосной циркуляцией воды	0,35	0,65
Районные теплопроводы со средним расстоянием от источника теплоснабжения до здания около 50 $м$	0,2	0,8
То же, 100 $м$ и более	0,1	0,9
Системы парового отопления низкого давления	0,35	0,65
То же, высокого давления внутри здания	0,2	0,8
То же, в наружных сетях	0,1	0,9
Конденсационные магистрали наружных сетей	0,1	0,9
Конденсационные трубопроводы системы отопления	0,2	0,8

ТАБЛИЦА 46.22

ТЕПЛОПОТЕРИ В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ 1 м НЕИЗОЛИРОВАННЫХ ТРУБ, НАПОЛНЕННЫХ ВОДОЙ ИЛИ ПАРОМ, ПРИ РАЗНОСТИ ТЕМПЕРАТУР Δt ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ И ОКРУЖАЮЩЕГО ВОЗДУХА

Разность температур	Теплопотери, ккал/ч, трубами																					
	стальными водогазопроводными (газовыми) обыкновенными (ГОСТ 3262—62) условным проходом, мм								стальными бесшовными горячекатаными (ГОСТ 8732—70) наружным диаметром и толщиной стенки, мм													
	10	15	20	25	32	40	50	70	57/3,5	76/3	(83/3,5)	89/3,5	(102/4)	108/4	(114/4)	(127/4)	133/4	(140/4,5)	(152/4,5)	168/5	194/5	219/6
Теплоноситель вода																						
30	17	22	28	35	44	48	54	68	51	68	74	80	92	97	103	114	119	126	134	135	155	176
34	19	25	32	40	50	53	61	77	58	77	84	91	104	110	117	129	135	143	141	153	175	200
38	22	28	36	44	56	60	68	86	65	86	94	102	117	123	131	145	151	160	157	171	196	223
42	24	31	39	49	62	66	76	95	72	96	104	112	129	136	145	160	167	176	174	190	217	247
46	26	34	43	54	68	72	83	104	78	105	114	123	142	149	158	175	183	192	190	207	237	270
50	30	38	49	61	77	83	95	119	90	120	131	141	163	170	180	201	203	219	207	225	259	294
54	32	41	53	65	84	90	102	129	97	130	141	153	176	185	196	217	227	237	224	244	280	318
58	35	44	56	71	90	97	109	138	105	139	152	165	189	198	209	233	243	253	240	262	300	340
62	39	49	63	79	100	107	123	154	118	155	170	184	213	223	235	262	272	285	257	280	320	363
66	41	53	67	83	105	115	131	165	125	165	180	196	226	238	251	279	290	304	273	297	340	385
70	45	58	74	93	118	127	139	183	139	183	202	218	252	261	265	295	307	322	291	315	362	410
74	48	62	78	98	125	135	147	194	147	193	214	230	267	277	281	312	326	340	307	334	382	435
78	50	65	82	104	131	142	155	204	155	204	226	243	281	291	295	329	343	358	323	350	403	458
82	53	68	87	109	138	147	163	225	170	224	248	267	309	311	319	346	361	376	339	370	424	483
86	56	72	91	114	146	157	171	235	178	236	200	280	324	326	335	362	379	396	357	388	445	505
90	65	83	103	134	170	178	202	276	209	278	304	329	380	383	394	425	444	465	419	452	524	592
94	68	87	111	140	177	186	210	288	217	290	318	343	396	399	410	445	464	485	437	474	546	620
98	71	91	116	146	185	194	219	301	227	302	332	358	413	417	427	463	484	505	455	494	569	647
102	74	95	120	152	192	202	228	312	236	315	346	373	430	434	445	482	504	526	474	514	593	673
106	77	99	125	158	200	210	238	326	246	327	360	388	447	451	463	501	523	547	493	534	616	700
110	80	103	130	164	203	218	246	338	255	340	373	402	464	468	481	520	543	568	511	554	640	727
114	83	105	134	170	215	226	255	350	264	352	386	417	481	484	497	539	563	589	530	574	663	753
118	85	110	139	176	222	234	264	362	273	364	400	432	498	562	515	558	582	610	548	594	685	779
122	90	116	146	185	235	248	279	382	288	384	422	456	524	529	542	588	611	642	578	624	726	822
126	93	120	150	191	243	256	289	395	297	396	436	470	542	547	560	608	631	663	598	644	750	848
130	96	124	155	197	250	264	298	409	306	410	450	485	558	565	578	628	651	683	617	664	773	875
134	105	134	168	214	272	286	323	442	332	444	487	526	606	611	627	680	704	743	668	723	840	903
138	103	138	173	220	280	294	333	456	342	457	501	542	624	629	646	700	724	765	689	745	864	930
142	111	142	178	227	287	304	342	469	352	471	517	558	642	647	664	721	745	788	709	764	888	956
146	114	146	183	233	295	312	352	482	362	483	532	573	660	665	682	742	766	811	728	787	913	983
150	117	150	188	240	301	320	361	495	372	497	546	588	678	684	702	762	787	833	749	810	938	1010
Теплоноситель пар																						
77	52	64	83	104	122	140	174	218	165	221	241	259	286	318	330	353	370	390	423	468	539	605
81	55	67	87	110	128	147	183	229	174	232	254	272	301	330	347	372	389	410	445	492	567	636
85	57	71	92	115	135	154	192	241	183	244	266	286	316	346	364	390	409	430	467	516	595	668
89	60	74	96	120	141	161	200	252	191	255	279	299	332	362	381	408	428	450	489	540	623	699
93	67	77	107	137	157	180	224	281	213	285	311	333	381	403	426	456	478	503	547	604	697	787
97	70	86	112	140	164	187	233	293	222	297	324	348	397	420	445	476	499	525	570	630	627	820
101	73	90	116	145	170	195	243	305	231	309	337	362	414	438	463	496	519	547	594	656	757	854
105	76	93	120	150	176	203	253	317	241	321	351	376	430	455	481	515	540	568	617	682	787	888
109	83	101	132	166	194	221	276	346	262	350	383	411	469	497	525	561	588	619	672	753	856	967
113	86	105	137	172	201	229	286	359	272	363	397	426	486	515	544	582	609	641	697	781	888	1002
117	89	109	142	178	208	238	296	371	282	376	411	441	504	533	563	602	631	664	721	809	919	1039
121	92	113	147	184	215	246	306	384	291	390	425	456	521	552	583	623	652	687	746	836	951	1073
125	95	116	152	190	222	254	316	397	301	402	439	471	538	570	602	643	674	710	771	864	982	1109
129	98	120	157	196	230	262	326	409	311	415	453	486	555	588	621	664	696	732	795	892	1013	1144
133	101	124	161	202	237	270	336	422	320	428	467	501	572	606	640	685	717	755	820	919	1045	1180
137	101	128	166	208	244	278	346	435	330	440	481	516	590	625	660	705	739	778	845	947	1076	1215
141	107	131	171	214	250	286	356	448	340	453	495	531	607	643	679	726	760	800	869	974	1108	1251
145	110	135	175	220	257	294	367	460	349	466	509	546	624	661	698	746	782	823	894	1002	1139	1286
149	113	139	180	226	264	303	377	473	359	479	523	561	641	671	717	767	804	844	919	1030	1171	1322

Глава 47. ТАБЛИЦЫ ДЛЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАСЧЕТА ВОДОПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ

ТАБЛИЦА 47.1

ДЛЯ РАСЧЕТА СТАЛЬНЫХ ВОДОГАЗОПРОВОДНЫХ (ГАЗОВЫХ) ОБЫКНОВЕННЫХ ТРУБ (ГОСТ 3262—62)

Расход воды, л/с	Скорость, м/с, движения воды (верхняя строка) и потери напора, мм на 1 м (нижняя строка), в трубах условным проходом, мм									
	10	15	20	25	32	40	50	70	80	100
0,05	0,47 91,5	0,29 28,8	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
0,1	0,95 325,5	0,59 100	0,31 21,1	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
0,15	1,42 707	0,88 211	0,47 43,6	0,28 12,5	— —	— —	— —	— —	— —	— —
0,2	1,89 1257	1,18 360	0,62 73,5	0,37 20,9	0,21 5,11	— —	— —	— —	— —	— —
0,25	2,37 1964	1,47 560	0,78 110,6	0,47 31,2	0,26 7,57	0,2 3,9	— —	— —	— —	— —
0,3	2,84 2829	1,77 807	0,94 155	0,56 43,4	0,31 10,5	0,24 5,4	— —	— —	— —	— —
0,35	3,31 3850	2,06 1078	1,09 206,4	0,65 57,5	0,37 13,8	0,28 7,1	— —	— —	— —	— —
0,4	— —	2,36 1435	1,25 265,6	0,75 73,5	0,42 17,5	0,32 9	— —	— —	— —	— —
0,45	— —	2,65 1816	1,4 336	0,84 91,3	0,47 21,6	0,36 11,1	0,21 3,1	— —	— —	— —
0,5	— —	2,95 2242	1,56 415	0,93 111	0,52 26,2	0,4 13,4	0,24 3,7	— —	— —	— —
0,6	— —	— —	1,87 597	1,12 156	0,63 36,5	0,48 18,6	0,28 5,2	— —	— —	— —
0,7	— —	— —	2,18 813	1,31 210	0,73 48,4	0,56 24,6	0,33 6,8	0,2 2,1	— —	— —
0,8	— —	— —	2,5 1062	1,5 274	0,84 61,9	0,64 31,3	0,38 8,6	0,23 2,62	— —	— —
0,9	— —	— —	2,81 1344	1,69 346	0,94 77	0,72 39	0,42 10,7	0,26 3,23	— —	— —
1	— —	— —	3,12 1660	1,87 428	1,05 93,6	0,8 47,2	0,47 12,9	0,29 3,89	0,2 1,6	— —
1,25	— —	— —	— —	2,34 688	1,31 143	0,99 71,4	0,59 19,4	0,36 5,79	0,25 2,4	— —
1,5	— —	— —	— —	2,8 962	1,57 206,3	1,19 100,3	0,71 27	0,43 8,03	0,3 3,36	0,224 1,63
1,75	— —	— —	— —	— —	1,83 280,8	1,39 136	0,82 35,9	0,5 10,6	0,35 4,4	0,26 1,14
2	— —	— —	— —	— —	2,09 366,8	1,59 178	0,94 46	0,58 13,5	0,4 5,6	0,24 1,5
2,5	— —	— —	— —	— —	2,61 573,1	1,99 278	1,18 69,6	0,72 20,3	0,5 8,4	0,29 2,26
3	— —	— —	— —	— —	— —	2,39 400	1,41 99,7	0,86 28,4	0,6 11,7	0,35 3,13
3,5	— —	— —	— —	— —	— —	2,79 544	1,65 137	1,01 37,8	0,71 15,5	0,41 4,12
4	— —	— —	— —	— —	— —	— —	1,88 177	1,15 48,5	0,81 19,8	0,47 5,25
4,5	— —	— —	— —	— —	— —	— —	2,12 224	1,3 60,9	0,91 24,6	0,53 6,49
5	— —	— —	— —	— —	— —	— —	2,35 277	1,44 75,2	1,01 30	0,59 7,86
5,5	— —	— —	— —	— —	— —	— —	2,59 335	1,58 91	1,11 35,8	0,65 9,36
6	— —	— —	— —	— —	— —	— —	2,83 399	1,73 108,3	1,21 42	0,71 11
6,5	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	1,87 127	1,31 49,3	0,77 12,7
7	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	2,02 147,4	1,41 57,2	0,82 14,6
7,5	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	2,16 169,2	1,51 65,6	0,88 16,6

Продолжение табл. 47.1

Расход воды, л/с	Скорость, м/с, движения воды (верхняя строка) и потери напора, мм на 1 м (нижняя строка), в трубах условным проходом, мм									
	10	15	20	25	32	40	50	70	80	100
8	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	2,3 192,6	1,61 74,7	0,94 18,7
8,5	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	2,45 217,4	1,71 84,3	1 20,9
9	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	2,59 243,7	1,81 94,5	1,06 23,2
9,5	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	2,74 271,5	1,91 105,3	1,12 25,7
10	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	2,88 300,9	2,01 117	1,18 28,3
10,5	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	3,02 331,7	2,12 129	1,24 31
11	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	2,22 141,2	1,29 34
11,5	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	2,32 154,3	1,35 37,2
12	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	2,42 168	1,41 40,5
12,5	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	2,52 182,3	1,47 44
13	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	2,62 197,2	1,53 47,5
13,5	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	2,72 212,7	1,59 51,3
14	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	2,82 229	1,65 55,1
14,5	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	2,92 245,4	1,71 59,1
15	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	1,77 63,3
15,5	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	1,82 67,6
16	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	1,88 72
16,5	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	1,94 76,6
17	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	2 81,3
17,5	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	2,06 86,2
18	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	2,12 91,1
18,5	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	2,18 96
19	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	2,24 101,6
19,5	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	2,3 107
20	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	2,35 112,5
21	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	2,47 124,1
22	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	2,59 136,2
23	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	2,71 148,8
24	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	2,83 162
25	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	2,94 175,8

Примечание. Таблица составлена по формулам ВНИИ ВОДГЕО (автор д-р техн. наук Ф. А Шевелев).

ТАБЛИЦА 47.2

ДЛЯ РАСЧЕТА СТАЛЬНЫХ БЕСШОВНЫХ ГОРЯЧЕКАТАНЫХ ТРУБ (ГОСТ 8732—70)

Расход воды, л/с	Скорость, м/с, движения воды (верхняя строка) и потери напора, мм на 1 м (нижняя строка), в трубах наружным диаметром, мм						
	146	168	194	219	245	273	325
2,5	0,2 0,9						
3	0,24 1,3						
3,5	0,28 1,7	0,21 0,8					
4	0,33 2,1	0,24 1					
4,5	0,37 2,6	0,26 1,2					
5	0,41 3,2	0,29 1,5					
5,5	0,45 3,8	0,32 1,7	0,23 0,8				
6	0,49 4,4	0,35 2	0,25 0,9	0,2 0,5			
6,5	0,53 5,1	0,38 2,3	0,28 1	0,21 0,5			
7	0,57 5,8	0,41 2,6	0,3 1,2	0,23 0,6			
7,5	0,61 6,6	0,44 3	0,32 1,4	0,24 0,7			
8	0,65 7,5	0,47 3,4	0,34 1,5	0,26 0,8	0,2 0,4		
8,5	0,69 8,3	0,5 3,8	0,36 1,7	0,28 0,9	0,22 0,5		
9	0,73 9,3	0,53 4,1	0,38 1,9	0,29 1	0,23 0,5		
9,5	0,77 10,2	0,56 4,6	0,4 2,1	0,3 1,1	0,24 0,6		
10	0,81 11,2	0,59 5	0,42 2,3	0,32 1,2	0,25 0,6	0,2 0,4	
11	0,9 13,5	0,65 6	0,47 2,7	0,36 1,4	0,28 0,8	0,22 0,4	
12	0,98 15,8	0,71 7	0,51 3,1	0,39 1,6	0,3 0,9	0,24 0,5	
13	1,06 18,3	0,77 8,1	0,55 3,6	0,42 1,9	0,33 1	0,26 0,6	
14	1,14 21	0,82 9,3	0,6 4,2	0,45 2,1	0,35 1,2	0,28 0,7	
15	1,22 23,9	0,88 10,6	0,64 4,7	0,49 2,4	0,38 1,3	0,3 0,7	
16	1,3 27,2	0,94 11,9	0,68 5,3	0,52 2,7	0,41 1,5	0,32 0,8	
17	1,39 30,7	1 13,3	0,72 5,9	0,55 3	0,43 1,7	0,34 0,9	
18	1,47 34,4	1,06 14,8	0,77 6,6	0,58 3,4	0,46 1,8	0,36 1	
19	1,55 38,3	1,12 16,4	0,81 7,3	0,62 3,7	0,48 2	0,38 1,1	

Продолжение табл. 47.2

Расход воды, л/с	Скорость, м/с, движения воды (верхняя строка) и потери напора, мм на 1 м (нижняя строка), в трубах наружным диаметром, мм						
	146	168	194	219	245	273	325
20	1,63 42,5	1,18 18,1	0,85 8	0,65 4,1	0,51 2,2	0,4 1,2	
21	1,71 46,8	1,24 19,8	0,89 8,7	0,68 4,5	0,53 2,4	0,42 1,4	
22	1,79 51,4	1,3 21,8	0,94 9,5	0,71 4,9	0,56 2,6	0,44 1,5	
23	1,86 56,2	1,36 23,8	0,98 10,3	0,75 5,3	0,58 2,9	0,46 1,6	
24	1,95 61,1	1,41 25,9	1,02 11,2	0,78 5,7	0,61 3,1	0,48 1,7	
25	2,04 66,3	1,47 28,1	1,06 12,1	0,81 6,1	0,63 3,3	0,5 1,9	
26	2,12 71,8	1,53 30,4	1,11 13	0,84 6,6	0,66 3,6	0,52 2	
27	2,2 77,4	1,59 32,7	1,15 13,9	0,88 7,1	0,68 3,8	0,54 2,1	
28	2,28 83,2	1,65 35,2	1,19 14,9	0,91 7,6	0,71 4,1	0,56 2,3	
29	2,36 89,3	1,71 37,8	1,23 15,9	0,94 8,1	0,74 4,4	0,58 2,4	
30	2,45 95,5	1,77 40,5	1,28 17,1	0,97 8,6	0,76 4,6	0,6 2,6	
32	2,61 109	1,89 46	1,36 19,4	1,04 9,7	0,81 5,2	0,64 2,9	
34	2,77 123	2 52	1,45 21,9	1,1 10,9	0,86 5,9	0,68 3,3	
36	2,93 138	2,12 58,3	1,53 24,6	1,17 12,1	0,91 6,5	0,72 3,6	
38	— —	2,24 64,9	1,62 27,4	1,23 13,4	0,96 7,2	0,76 4	
40	— —	— —	1,7 30,3	1,3 14,8	1,01 7,9	0,8 4,4	0,55 1,7
42	— —	— —	1,79 33,4	1,37 16,4	1,07 8,7	0,84 4,8	0,57 1,9
44	— —	— —	1,87 36,7	1,43 17,9	1,12 9,4	0,88 5,2	0,6 2
46	— —	— —	1,96 40,1	1,5 19,6	1,17 10,3	0,92 5,7	0,63 2,2
48	— —	— —	2,04 43,7	1,56 21,4	1,22 11,1	0,96 6,1	0,66 2,4
50	— —	— —	2,13 47,4	1,63 23,2	1,27 12,1	1 6,6	0,68 2,6
52	— —	— —	2,21 51,3	1,69 25,1	1,32 13	1,04 7,1	0,71 2,8
54	— —	— —	2,3 55,3	1,76 27	1,37 14,1	1,08 7,7	0,74 2,9
56	— —	— —	2,38 59,5	1,82 29,1	1,42 15,1	1,12 8,2	0,77 3,1
58	— —	— —	2,47 63,8	1,89 31,2	1,47 16,2	1,16 8,8	0,79 3,4

Продолжение табл. 47.2

Расход воды, л/с	Скорость, м/с, движения воды (верхняя строка) и потери напора, мм на 1 м (нижняя строка), в трубах наружным диаметром, мм						
	146	168	194	219	245	273	325
60	— —	— —	2,55 68,3	1,95 33,4	1,52 17,4	1,2 9,3	0,82 3,6
62	— —	— —	2,64 72,9	2,02 35,6	1,57 18,5	1,24 9,9	0,85 3,8
64	— —	— —	2,72 77,7	2,08 38	1,62 19,7	1,28 10,6	0,88 4
66	— —	— —	2,81 82,6	2,15 40,4	1,67 21	1,32 11,2	0,9 4,3
68	— —	— —	2,89 87,7	2,21 42,9	1,73 22,3	1,36 11,9	0,93 4,5
70	— —	— —	2,98 92,9	2,28 45,4	1,78 23,6	1,4 12,7	0,96 4,8
72	— —	— —	— —	2,34 48,1	1,83 25	1,44 13,4	0,98 5
74	— —	— —	— —	2,41 50,8	1,88 26,4	1,48 14,1	1,01 5,3
76	— —	— —	— —	2,47 53,6	1,93 27,8	1,52 14,9	1,04 5,5
78	— —	— —	— —	2,54 56,4	1,98 29,3	1,56 15,7	1,07 5,8
80	— —	— —	— —	2,6 59,3	2,03 30,9	1,6 16,5	1,09 6,1
82	— —	— —	— —	2,67 62,3	2,08 32,4	1,64 17,4	1,12 6,4
84	— —	— —	— —	2,73 65,4	2,13 34	1,68 18,2	1,15 6,7
86	— —	— —	— —	2,8 68,6	2,18 35,7	1,72 19,1	1,18 7
88	— —	— —	— —	2,86 71,8	2,23 37,3	1,76 20	1,2 7,3
90	— —	— —	— —	2,93 75,1	2,28 39,1	1,8 20,9	1,23 7,6
92	— —	— —	— —	2,99 78,5	2,33 40,8	1,84 21,9	1,26 8
94	— —	— —	— —	— —	2,39 42,6	1,88 22,8	1,29 8,3
96	— —	— —	— —	— —	2,44 44,4	1,92 23,8	1,31 8,7
98	— —	— —	— —	— —	2,49 46,3	1,96 24,8	1,34 9
100	— —	— —	— —	— —	2,54 48,2	2 25,8	1,37 9,4
105	— —	— —	— —	— —	2,67 53,2	2,1 28,5	1,44 10,4
110	— —	— —	— —	— —	2,79 58,3	2,2 31,2	1,51 11,4
115	— —	— —	— —	— —	2,92 63,8	2,3 34,2	1,58 12,4
120	— —	— —	— —	— —	— —	2,4 37,2	1,64 13,5

Продолжение табл. 47.2

Расход воды, л/с	Скорость, м/с, движения воды (верхняя строка) и потери напора, мм на 1 м (нижняя строка), в трубах наружным диаметром, мм						
	146	168	194	219	245	273	325
125	— —	— —	— —	— —	— —	2,5 40,4	1,71 14,7
130	— —	— —	— —	— —	— —	26 43,6	1,78 15,9
135	— —	— —	— —	— —	— —	— —	1,85 17,2
140	— —	— —	— —	— —	— —	— —	1,92 18,4
145	— —	— —	— —	— —	— —	— —	1,99 19,5
150	— —	— —	— —	— —	— —	— —	2,05 21,1
155	— —	— —	— —	— —	— —	— —	2,12 22,6
160	— —	— —	— —	— —	— —	— —	2,19 24
165	— —	— —	— —	— —	— —	— —	2,26 25,6
170	— —	— —	— —	— —	— —	— —	2,33 27,1
175	— —	— —	— —	— —	— —	— —	2,4 29
180	— —	— —	— —	— —	— —	— —	2,46 30,4
185	— —	— —	— —	— —	— —	— —	2,54 32,2
190	— —	— —	— —	— —	— —	— —	2,6 33,9
195	— —	— —	— —	— —	— —	— —	2,67 35,7
200	— —	— —	— —	— —	— —	— —	2,74 37,6
205	— —	— —	— —	— —	— —	— —	2,8 39,5
210	— —	— —	— —	— —	— —	— —	2,87 41,4
215	— —	— —	— —	— —	— —	— —	2,94 43,4
220	— —	— —	— —	— —	— —	— —	3,01 45,5

Примечания: 1. Таблица составлена по формуле ВНИИ ВОДГЕО (автор д-р техн. наук Ф. А. Шевелев).

2. Таблица выполнена из условия применения труб с толщиной стенок 10 мм. При других толщинах стенок потери напора следует умножать на поправочные коэффициенты, приведенные в табл 47.3.

ТАБЛИЦА 47.3

ПОПРАВОЧНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ К ПОТЕРЯМ НАПОРА (К ТАБЛ. 47.2)

Наружный диаметр труб, *мм*	Значения поправочных коэффициентов при толщине стенок труб, мм									
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
146	0,86	0,88	0,91	0,94	0,97	1	1,03	1,07	1,1	1,14
168	0,88	0,9	0,92	0,95	0,97	1	1,03	1,05	1,09	1,12
194	0,89	0,91	0,93	0,96	0,98	1	1,02	1,05	1,07	1,1
219	—	0,92	0,94	0,96	0,98	1	1,02	1,04	1,06	1,09
245	—	—	0,95	0,97	0,98	1	1,02	1,04	1,06	1,08
273	—	—	0,95	0,97	0,98	1	1,01	1,03	1,05	1,07
325	—	—	—	0,97	0,99	1	1,01	1,03	1,04	1,05

ТАБЛИЦА 47.4

КОЭФФИЦИЕНТЫ ζ МЕСТНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ ВОДОПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ

Местное сопротивление	Значение ζ
Вентили:	
обыкновенные	8
типа «Косва»	3
Задвижка	0,5
Угольник	0,5
Отводы	0,5
Тройники:	
на проход	0,6
» ответвление	1,5
» противоток	2,5
Крестовины:	
на проход	0,5
» ответвление	0,5
Обратные клапаны	7
Проходные краны	3

ТАБЛИЦА 47.5

ПОТЕРИ НАПОРА *H* НА МЕСТНЫЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ

Скорость движения воды, м/с	Потери напора *H*, м, при сумме коэффициентов местных сопротивлений $\Sigma\zeta$											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20
0,25	0,003	0,007	0,01	0,013	0,016	0,019	0,022	0,025	0,027	0,032	0,048	0,064
0,3	0,005	0,009	0,014	0,018	0,023	0,027	0,032	0,037	0,041	0,046	0,069	0,092
0,4	0,008	0,016	0,024	0,032	0,042	0,049	0,057	0,065	0,073	0,082	0,123	0,163
0,5	0,013	0,026	0,038	0,051	0,064	0,076	0,089	0,102	0,114	0,127	0,191	0,254
0,6	0,018	0,037	0,055	0,073	0,092	0,110	0,128	0,146	0,165	0,183	0,276	0,366
0,7	0,024	0,049	0,073	0,097	0,122	0,146	0,171	0,195	0,22	0,244	0,366	0,488
0,8	0,033	0,065	0,098	0,13	0,163	0,196	0,228	0,261	0,293	0,326	0,489	0,652
0,9	0,041	0,082	0,124	0,165	0,206	0,247	0,288	0,33	0,371	0,412	0,618	0,834
1	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,75	1
1,25	0,08	0,16	0,24	0,32	0,42	0,48	0,56	0,64	0,72	0,8	1,2	1,6
1,5	0,115	0,229	0,344	0,458	0,573	0,688	0,803	0,917	1,031	1,146	1,719	2,292
1,75	0,156	0,312	0,468	0,624	0,78	0,936	1,092	1,248	1,404	1,56	2,34	3,12
2	0,202	0,404	0,606	0,808	1,01	1,212	1,414	1,616	1,818	2,02	3,03	4,04
2,25	0,258	0,516	0,77	1,032	1,29	1,548	1,806	2,064	2,322	2,58	3,87	4,16
2,5	0,319	0,637	0,956	1,274	1,593	1,911	2,23	2,548	2,866	3,185	4,778	5,37
2,75	0,385	0,771	1,156	1,542	1,927	2,312	2,697	3,083	3,469	3,854	5,781	7,708
3	0,458	0,917	1,376	1,835	2,294	2,752	3,121	3,67	4,128	4,587	6,88	9,174

Глава 48. ТАБЛИЦЫ ДЛЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАСЧЕТА КАНАЛИЗАЦИОННЫХ СЕТЕЙ

ТАБЛИЦА 48.1

ДЛЯ РАСЧЕТА ЧУГУННЫХ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ТРУБ d=50 И 100 мм

Наполнение в долях диаметра труб	Расход, л/с, жидкости (верхняя строка) и скорость, м/с, движения жидкости (нижняя строка) при уклоне, мм на 1 м длины						
	10	20	30	40	50	100	150
	d=50 мм						
0,05	0,004 0,1	0,005 0,14	0,006 0,17	0,007 0,2	0,008 0,22	0,012 0,32	0,014 0,39
0,1	0,016 0,16	0,023 0,22	0,028 0,27	0,032 0,31	0,036 0,35	0,051 0,49	0,062 0,6
0,2	0,067 0,24	0,095 0,34	0,116 0,41	0,134 0,48	0,15 0,53	0,212 0,76	0,259 0,93
0,3	0,149 0,3	0,211 0,43	0,258 0,52	0,298 0,6	0,333 0,67	0,471 0,95	0,577 1,17
0,4	0,256 0,35	0,362 0,49	0,443 0,61	0,512 0,7	0,572 0,78	0,809 1,11	0,991 1,36
0,5	0,381 0,39	0,539 0,55	0,66 0,67	0,762 0,78	0,852 0,87	1,2 1,23	1,48 1,5
0,6	0,511 0,42	0,723 0,59	0,885 0,72	1,02 0,83	1,14 0,93	1,62 1,32	1,98 1,61
0,7	0,637 0,43	0,901 0,61	1,1 0,75	1,27 0,87	1,42 0,97	2,01 1,37	2,47 1,68
0,8	0,744 0,44	1,05 0,62	1,29 0,77	1,49 0,88	1,66 0,99	2,35 1,4	2,88 1,71
0,9	0,811 0,44	1,15 0,62	1,4 0,76	1,62 0,87	1,81 0,97	2,56 1,38	3,14 1,69
0,95	0,818 0,43	1,16 0,6	1,42 0,74	1,64 0,85	1,83 0,95	2,59 1,34	3,17 1,65
1	0,761 0,39	1,08 0,55	1,32 0,67	1,52 0,78	1,7 0,87	2,41 1,23	2,95 1,5

Продолжение табл. [illegible]

Наполнение в долях диаметра труб	Расход, л/с, жидкости (верхняя строка) и скорость, м/с, движения жидкости (нижняя строка) при уклоне, мм на 1 м длины						
	10	20	30	40	50	100	150
	d=100 мм						
0,05	0,023 0,16	0,033 0,22	0,04 0,27	0,046 0,32	0,051 0,35	0,073 0,5	0,0[illegible] 0,[illegible]
0,1	0,101 0,25	0,143 0,35	0,175 0,43	0,202 0,49	0,226 0,55	0,319 0,78	0,3[illegible] 0,9[illegible]
0,2	0,424 0,38	0,6 0,54	0,734 0,66	0,848 0,76	0,948 0,85	1,34 1,2	1,[illegible] 1,[illegible]
0,3	0,948 0,48	1,34 0,68	1,64 0,83	1,9 0,96	2,12 1,07	3 1,51	3,[illegible] 1,[illegible]
0,4	1,63 0,56	2,31 0,79	2,82 0,96	3,26 1,11	3,65 1,24	5,16 1,76	6,[illegible] 2,1[illegible]
0,5	2,42 0,62	3,42 0,87	4,19 1,07	4,84 1,23	5,41 1,38	7,65 1,95	9,[illegible] 2,[illegible]
0,6	3,25 0,66	4,6 0,93	5,63 1,14	6,5 1,32	7,27 1,48	10,3 2,09	12,[illegible] 2,5[illegible]
0,7	4,05 0,69	5,73 0,98	7,02 1,19	8,1 1,38	9,06 1,54	12,8 2,18	15,[illegible] 2,6[illegible]
0,8	4,73 0,7	6,69 0,99	8,2 1,22	9,46 1,4	10,6 1,57	15,8 2,22	18,3 2,7[illegible]
0,9	5,17 0,69	7,29 0,98	8,93 1,2	10,3 1,39	11,5 1,55	16,3 2,19	20 2,68
0,95	5,2 0,68	7,35 0,95	9,01 1,17	10,4 1,35	11,6 1,57	16,4 2,13	20,1 2,61
1	4,84 0,62	6,84 0,87	8,38 1,07	9,58 1,23	10,8 1,38	15,3 1,95	18,7 3,3[illegible]

ТАБЛИЦА 45.2

ДЛЯ РАСЧЕТА ЧУГУННЫХ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ТРУБ d=150 мм

Наполнение в долях диаметра труб	Расход, л/с, жидкости (верхняя строка) и скорость, м/с, движения жидкости (нижняя строка) при уклоне, мм на 1 м длины													
	6	8	10	12	14	16	18	20	30	40	60	80	100	150
0,05	0,05 0,16	0,06 0,19	0,07 0,21	0,08 0,23	0,08 0,25	0,09 0,26	0,09 0,28	0,1 0,29	0,12 0,36	0,14 0,41	0,17 0,51	0,2 0,59	0,22 0,66	0,27 0,81
0,1	0,23 0,25	0,27 0,29	0,3 0,33	0,33 0,3	0,35 0,38	0,38 0,41	0,4 0,43	0,42 0,46	0,52 0,56	0,6 0,65	0,73 0,8	0,86 0,92	0,95 1,03	1,16 1,26
0,2	0,98 0,39	1,13 0,45	1,26 0,5	1,38 0,55	1,49 0,59	1,59 0,63	1,69 0,67	1,78 0,7	2,18 0,86	2,52 1	3,09 1,22	3,56 1,41	3,98 1,57	4,88 1,95
0,3	2,18 0,49	2,51 0,56	2,81 0,63	3,08 0,69	3,32 0,74	3,55 0,8	3,77 0,84	3,97 0,89	4,87 1,09	5,62 1,26	6,88 1,54	7,95 1,78	8,89 1,99	10,9 2,44
0,4	3,75 0,57	4,32 0,65	4,83 0,73	5,29 0,8	5,71 0,86	6,11 0,92	6,48 0,98	6,83 1,03	8,37 1,27	9,66 1,46	11,8 1,79	13,7 2,07	15,3 2,31	18,7 2,83
0,5	5,56 0,63	6,41 0,72	7,17 0,81	7,85 0,89	8,48 0,96	9,07 1,02	9,62 1,09	10,1 1,15	12,4 1,4	14,3 1,62	17,6 1,98	20,3 2,29	22,7 2,56	27,8 3,14
0,6	7,46 0,67	8,61 0,78	9,63 0,87	10,5 0,95	11,4 1,03	12,2 1,1	12,9 1,17	13,6 1,23	16,7 1,51	19,3 1,74	23,6 2,13	27,2 2,46	30,4 2,75	37,3 3,37
0,7	9,3 0,7	10,7 0,81	12 0,91	13,1 0,99	14,2 1,07	15,2 1,15	16,1 1,22	17 1,28	20,8 1,57	24 1,81	29,4 2,22	33,9 2,56	37,9 2,87	46,5 3,51
0,8	10,9 0,72	12,5 0,83	14 0,92	15,3 1,01	16,6 1,09	17,7 1,17	18,8 1,24	19,8 1,31	24,3 1,6	28 1,85	34,3 2,26	39,6 2,61	44,3 2,92	54,3 3,57
0,9	11,8 0,71	13,7 0,81	15,3 0,91	16,7 1	18,1 1,08	19,3 1,15	20,5 1,22	21,6 1,29	26,5 1,58	30,6 1,82	37,4 2,23	43,2 2,58	48,3 2,88	59,2 3,53
0,95	11,9 0,69	13,8 0,79	15,4 0,89	16,9 0,97	18,2 1,05	19,5 1,12	20,7 1,19	21,8 1,25	26,7 1,54	30,8 1,77	37,7 2,17	43,6 2,51	48,7 2,8	59,7 3,44
1	11,1 0,63	12,8 0,72	14,3 0,81	15,7 0,89	17 0,96	18,1 1,02	19,2 1,09	20,3 1,15	24,8 1,4	28,7 1,62	35,1 1,98	40,5 2,99	45,3 2,56	55,5 3,14

Примечание. Таблица составлена по формуле акад. Н. Н. Павловского.

Приложения

МАТЕРИАЛЫ И САНИТАРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ *

1. ТРУБЫ И СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ ЧАСТИ К НИМ

ПРИЛОЖЕНИЕ I

Трубы стальные и соединительные части к ним

Трубы стальные

ТАБЛИЦА 1.1

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ СТАЛЬНЫХ ТРУБ

Системы	Давление условное, кгс/см²	Условные проходы труб, мм			
		10—50	65—150	200—350	400—1200
Отопления и вентиляции при теплоносителе вода	До 10	Черные по ЧМТУ УкрНИТИ 576—64; черные обыкновенные по ГОСТ 3262—62	Электросварные ⌀ 65, 80 и 150 мм по ГОСТ 10704—63*; бесшовные горячекатаные ⌀ 100, 125 мм по ГОСТ 8732—70	Электросварные ⌀ 200, 250 и 300 мм по ГОСТ 10704—63*; бесшовные горячекатаные ⌀ 350 мм по ГОСТ 8732—70	Электросварные по ГОСТ 10704—63*
То же, при теплоносителе насыщенный пар	До 10	Черные обыкновенные по ГОСТ 3262—62			
Горячего водоснабжения	До 10	Оцинкованные по ЧМТУ УкрНИТИ 576—64; оцинкованные обыкновенные по ГОСТ 3262—62	Оцинкованные ⌀ 65 мм по ГОСТ 3262—62; электросварные ⌀ 80 и 150 мм по ГОСТ 10704—63*; бесшовные горячекатаные ⌀ 100, 125 мм по ГОСТ 8732—70		
Внутреннего хозяйственно-питьевого, хозяйственно - противопожарного и производственного водопровода, подающие воду питьевого качества	До 10				
Внутреннего производственного, противопожарного водопровода и производственной канализации	До 10	Черные по ЧМТУ УкрНИТИ 576—64; черные обыкновенные по ГОСТ 3262—62	Электросварные ⌀ 65, 80 и 150 мм по ГОСТ 10704—63; бесшовные горячекатаные ⌀100, 125 мм по ГОСТ 8732—70		
	До 16	Электросварные по ГОСТ 10704—63*; черные усиленные по ГОСТ 3262—62			
Внутренние водостоки	—	—			

Примечания: 1. Применение нерекомендуемых труб или труб с повышенной толщиной стенок может быть допущено при соответствующем технико-экономическом обосновании.

2. Трубы бесшовные горячекатаные по ГОСТ 8732—70 допускается применять в тех случаях, когда не могут быть использованы трубы водогазопроводные или электросварные.

ТАБЛИЦА 1.2

ТРУБЫ ВОДОГАЗОПРОВОДНЫЕ (ГАЗОВЫЕ) ТОНКОСТЕННЫЕ ПО ВРЕМЕННЫМ ТЕХНИЧЕСКИМ УСЛОВИЯМ ЧМТУ УкрНИТИ 576—64

Условный проход D_y		Размеры труб, мм		Масса 1 м, кг
мм	дюймы	наружный диаметр и толщина стенки	номинальный внутренний диаметр	
15	1/2	20,8×2,2	16,4	1,02
20	3/4	26,8×2,3	22,2	1,39
25	1	32,9×2,8	27,3	2,03
32	1 1/4	41,8×2,8	36,2	2,69
40	1 1/2	47,7×2,8	42,1	3,1
50	2	59,8×3	53,8	4,2

Примечание. Трубы предназначаются для соединения с помощью накатываемой на них цилиндрической резьбы по ГОСТ 6357—52 или сварки. Трубы применяются для рабочей среды с температурой не выше 200 °С на $P_y \leqslant 10$ кгс/см².

* Приведенные в приложениях. данные по оборудованию предназначены для использования при разработке технических проектов. При разработке рабочих чертежей характеристики и габариты оборудования следует принимать по заводским паспортам.

ТАБЛИЦА 1.3

ТРУБЫ ВОДОГАЗОПРОВОДНЫЕ (ГАЗОВЫЕ) ПО ГОСТ 3262—62

Условный проход $D_у$		Обыкновенные трубы			Усиленные трубы		
мм	дюймы	наружный диаметр и толщина стенки, мм	номинальный внутренний диаметр, мм	масса 1 м, кг	наружный диаметр и толщина стенки, мм	Номинальный внутренний диаметр, мм	масса 1 м, кг
10	3/8	17×2,2	12,6	0,8	—	—	—
15	1/2	21,3×2,8	15,7	1,28	21,3×3,2	14,9	1,43
20	3/4	26,8×2,8	21,2	1,66	26,8×3,2	20,4	1,86
25	1	33,5×3,2	27,1	2,39	33,5×4	25,5	2,91
32	1 1/4	42,3×3,2	35,9	3,09	42,3×4	34,3	3,78
40	1 1/2	48×3,5	41	3,84	48×4	40	4,34
50	2	60×3,5	53	4,88	60×4,5	51	6,16
65	2 1/2	75,5×4	67,5	7,05	75,5×4,5	66,5	7,88

Примечания: 1. Трубы применяются для рабочей среды с температурой до 200 °С: обыкновенные — при $P_у \leqslant$ $\leqslant 10$ кгс/см², усиленные — при $P_у \leqslant 16$ кгс/см².

2. Трубы $D_у$ 10 мм в настоящее время серийно не выпускаются.

ТАБЛИЦА 1.4

ТРУБЫ СТАЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРОСВАРНЫЕ $D_у$ 15—400 мм ПО ГОСТ 10704—63*

Условный проход $D_у$, мм	Размеры труб, мм		Масса 1 м, кг
	наружный диаметр и толщина стенки	номинальный внутренний диаметр	
15	18×2	14	0,79
20	25×2	21	1,13
25	32×2	28	1,48
32	38×2	34	1,78
40	45×2	41	2,12
50	57×3	51	4
65	76×3	70	5,4
80	89×3	83	6,36
100	(108×3)	102	7,77
150	159×4,5	150	17,15
200	219×6	207	31,52
250	273×7	259	45,92
300	325×7	311	54,89
400	426×7	412	72,33

Примечания: 1. Трубы предназначены для рабочей среды с температурой не выше 300 °С: для трубопроводов горячей воды и паропроводов при $P_у \leqslant 16$ кгс/см²; для прочих трубопроводов, перемещающих неагрессивные и малоагрессивные среды, при $P_у \leqslant 25$ кгс/см².

2. Материал труб — сталь 10 и 20 по ГОСТ 1050—60**, ВмСт3сп по ГОСТ 380—71.

3. До ввода нового оборудования трубы 108×3 мм применять не рекомендуется.

ТАБЛИЦА 1.5

ТРУБЫ СТАЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРОСВАРНЫЕ $D_у$ 500—1200 мм ПО ГОСТ 10704—63*

Условный проход $D_у$, мм	Размеры труб, мм		Масса 1 м, кг	Применение труб при условном давлении $P_у$, кгс/см²	
	наружный диаметр и толщина стенки	номинальный внутренний диаметр		$\leqslant 10$	$\leqslant 16$
500	530×7	516	90,28	×	×
600	630×7	616	107,54	×	×
800	820×8	804	160,2	×	×
1000	1020×9	1002	224,4	×	—
	1020×10	1000	249,1	—	×
1200	1220×9	1202	268,8	×	—
	1220×12	1196	357,5	—	×

Примечания: 1. Трубы предназначены для перемещения неагрессивных и малоагрессивных сред с температурой до 300 °С.

2. Материал труб — сталь 3сп и ВмСт.3сп по ГОСТ 380—71.

3. Знаком «х» обозначены применяемые трубы.

ТАБЛИЦА 1.6

ТРУБЫ БЕСШОВНЫЕ ГОРЯЧЕКАТАНЫЕ $D_у$ 50—400 мм ПО ГОСТ 8732—70

Условный проход $D_у$, мм	Размеры труб, мм		Масса 1 м, кг
	наружный диаметр и толщина стенки	номинальный внутренний диаметр	
50	57×3,5	50	4,62
65	76×3,5	69	6,26
80	89×3,5	82	7,38
100	108×4	100	10,26
125	133×4	125	12,73
150	159×4,5	150	17,15
168	168×5	158	20,1
194	194×5	184	23,31
200	219×7	205	36,6
250	273×8	257	52,28
300	325×8	309	62,54
350	377×9	359	81,68
400	426×10	406	102,59

Примечания: 1. Трубы предназначены для перемещения неагрессивных и малоагрессивных сред при $P_у \leqslant 25$ кгс/см² и температуре до 300 °С.

2. Материал труб — сталь 10 и 20 по ГОСТ 1050—60**.

Соединительные части из ковкого чугуна с цилиндрической резьбой для трубопроводов

ТАБЛИЦА 1.7

УГОЛЬНИКИ, ТРОЙНИКИ, КРЕСТЫ И МУФТЫ ПРЯМЫЕ

Соединительные части	Обозначение	Размеры, мм, и масса, кг, при условном проходе, мм					
		15	20	25	32	40	50
		Резьба трубная d, дюймы					
		$^1/_2$	$^3/_4$	1	$1^1/_4$	$1^1/_2$	2
Угольники по ГОСТ 8946—59	L Масса	28 0,095	33 0,148	38 0,231	45 0,36	50 0,497	58 0,799
Тройники по ГОСТ 8948—59	L Масса	28 0,135	33 0,28	38 0,321	45 0,496	50 0,68	58 1,079
Кресты по ГОСТ 8951—59	L Масса	28 0,163	33 0,251	38 0,383	45 0,585	50 0,797	58 1,251
Муфты короткие по ГОСТ 8954—59	L Масса	28 0,065	31 0,097	35 0,152	39 0,223	43 0,3	47 0,469
Муфты длинные по ГОСТ 8955—59	L Масса	36 0,081	39 0,117	45 0,189	50 0,276	55 0,373	65 0,621

Продолжение табл. I 7

Соединительные части	Обозначение	Размеры, мм, и масса, кг, при условном проходе, мм					
		15	20	25	32	40	50
		Резьба трубная, дюймы					
		$^1/_2$	$^3/_4$	1	$1^1/_4$	$1^1/_2$	2
Муфты компенсирующие по ГОСТ 8956—59	L Масса	100 0,177	100 0,239	100 0,331	100 0,453	100 0,573	100 0,822

ТАБЛИЦА I.5

УГОЛЬНИКИ, ТРОЙНИКИ, КРЕСТЫ И МУФТЫ ПЕРЕХОДНЫЕ И ФУТОРКИ

Соединительные части	Обозначение	Размеры, мм, и масса, кг, при условном проходе, мм														
		20×15	25×15	25×20	32×15	32×20	32×25	40×15	40×20	40×25	40×32	50×15	50×20	50×25	50×32	50×40
		Резьба трубная, дюймы														
		d_1														
		$^3/_4$	1	1	$1^1/_4$	$1^1/_4$	$1^1/_4$	$1^1/_2$	$1^1/_2$	$1^1/_2$	$1^1/_2$	2	2	2	2	2
		d_2														
		$^1/_2$	$^1/_2$	$^3/_4$	$^1/_2$	$^3/_4$	1	$^1/_2$	$^3/_4$	1	$^1/_4$	$^1/_2$	$^3/_4$	1	$1^1/_4$	$1^1/_2$
Угольники по ГОСТ 8947—59	L_1 L_2 Масса	30 31 0,126	32 34 0,166	35 36 0,197	— — —	36 41 0,259	40 42 0,299	— — —	— — —	42 46 0,393	46 48 0,436	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —
Тройники по ГОСТ 8949—59	L_1 L_2 Масса	30 31 0,183	32 34 0,255	35 36 0,285	34 38 0,352	36 41 0,382	40 42 0,43	36 42 0 459	38 44 0,494	42 46 0,552	46 48 0,616	38 48 0,672	40 50 0,714	44 52 0,788	48 54 0,867	52 55 0,94
Кресты по ГОСТ 8952—59	L_1 L_2 Масса	30 31 0,212	32 34 0,284	35 36 0,329	34 38 0,382	36 41 0,428	40 42 0,492	— — —	38 44 0,543	42 46 0,619	46 48 0,709	— — —	— — —	44 52 0,859	48 54 0,964	52 55 1,055

Продолжение табл. I.8

Соединительные части	Обозначение	Размеры, мм, и масса, кг, при условном проходе, мм														
		20×15	25×15	25×20	32×15	32×20	32×25	40×15	40×20	40×25	40×32	50×15	50×20	50×25	50×32	50×40
		Резьба трубная, дюймы														
		d_1														
		3/4	1	1	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	2	2	2	2	2
		d_2														
		1/2	1/2	3/4	1/2	3/4	1	1/2	3/4	1	1/4	1/2	3/1	1	1 1/4	1 1/2
Муфты по ГОСТ 8957—59	L Масса	39 0,101	45 0,147	45 0,158	50 0,205	50 0,218	50 0,235	— —	55 0,284	55 0,304	55 0,329	— —	— —	65 0,462	65 0.491	65 0,514
Футорки по ГОСТ 8960—59	L S h Масса	26 30 7 0,0[illegible]	29 36 7 0,109	29 36 7 0,092	31 46 7 0,185	31 46 7 0,172	31 46 7 0,147	31 50 7 0,222	31 50 7 0,217	31 50 7 0,192	31 50 7 0,142	48 65 8 0,346	48 65 8 0,348	35 65 8 0,388	35 65 8 0,342	35 65 8 0,395

ТРОЙНИКИ, КРЕСТЫ ТАБЛИЦА I.9

Соединительные части	Обозначение	Размеры, мм, и масса, кг, при условном проходе, мм						
		20×15×15	20×20×15	25×25×20	25×20×20	32×20×25	32×25×25	40×25×32
		Резьба трубная, дюймы						
		d_1						
		3/4	3/4	1	1	1 1/4	1 1/4	1 1/2
		d_2						
		1/2	3/4	1	3/4	3/4	1	1
		d_3						
		1/2	1/2	3/4	3/4	1	1	1 1/4
Тройники по ГОСТ 8950—59	L_1 L_2 L_3 Масса	30 31 28 0,168	33 33 31 0,194	32 34 30 0,232	35 36 33 0,264	36 41 35 0,387	40 42 38 0,4	42 46 40 0,523
Кресты по ГОСТ 8953—59	L_1 L_2 L_3 Масса	30 31 28 0,198	33 33 31 0,238	32 34 30 0,263	35 36 33 0,308	36 41 35 0,404	— — —	— — — —

ТАБЛИЦА I.10

НИППЕЛИ ДВОЙНЫЕ, ГАЙКИ СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ, КОНТРГАЙКИ, КОЛПАКИ И ПРОБКИ

Соединительные части	Обозначение	Размеры, мм, и масса, кг, при условном проходе, мм					
		15	20	25	32	40	50
		Резьба трубная *d*, дюймы					
		1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2
Ниппели двойные по ГОСТ 8958—59	*S* *L* Масса	24 44 0,074	30 47 0,107	36 53 0,168	46 57 0,246	50 59 0,278	65 68 0,495
Гайки соединительные по ГОСТ 8959—59	*S* S_1 *L* Масса	27 46 48 0,219	32 50 52 0,258	41 65 58 0,542	50 70 65 0,664	55 75 70 0,74	66 90 78 1,072
Контргайки по ГОСТ 8961—59*	*H* *S* Масса	8 32 0,034	9 36 0,041	10 46 0,077	11 55 0,109	12 60 0,127	13 75 0,212
Колпаки по ГОСТ 8962—59	*L* Масса	19 0,051	22 0,085	24 0,134	27 0,213	27 0,244	32 0,462
Пробки по ГОСТ 8963—59	*L* *S* Масса	26 14 0,046	32 17 0,079	36 19 0,119	39 22 0,17	41 22 0,214	48 27 0,354

Соединительные части стальные с цилиндрической резьбой для трубопроводов

ТАБЛИЦА I.11

КОНТРГАЙКИ, МУФТЫ ПРЯМЫЕ КОРОТКИЕ, НИППЕЛИ И СГОНЫ

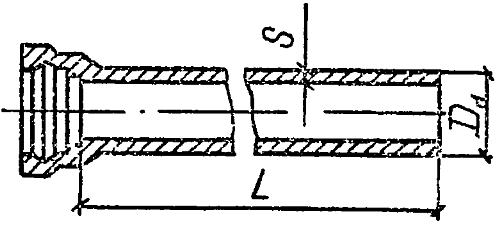
Соединительные части	Обозначение	Размеры, мм, и масса, кг, при условном проходе, мм					
		15	20	25	32	40	50
		Резьба трубная *d*, дюймы					
		$^1/_2$	$^3/_4$	1	$1^1/_4$	$1^1/_2$	2
Контргайки по ГОСТ 8968—58	*S*	32	36	46	55	60	75
	H	8	9	10	10	10	10
	Масса	0,036	0,044	0,082	0,105	0,112	0,174
Ниппели по ГОСТ 8967—59	*L*	24	27	30	34	38	42
	Масса	0,021	0,031	0,052	0,075	0,109	0,148
Муфты прямые короткие по ГОСТ 8966—59	*L*	28	31	35	39	43	47
	Масса	0,055	0,075	0,133	0,183	0,229	0,347
Сгоны по ГОСТ 8969—59	*l*	9	10,5	11	13	15	17
	l_1	50	54	62	68	75	86
	L	100	110	120	130	140	150
	Масса	0,075	0,103	0,176	0,246	0,341	0,456

ПРИЛОЖЕНИЕ II

Трубы чугунные напорные раструбные

ТАБЛИЦА II.1

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, И МАССА, кг, ТРУБ (С РАСТРУБОМ)

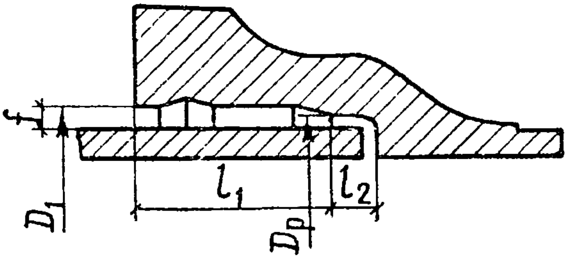


Условный проход	$D_н$	Толщина S стенки цилиндрической части трубы класса			Класс ЛА по ГОСТ 9583—61*					Класс А						Класс Б					
										по ГОСТ 5525 — 61** и ГОСТ 9583 — 61*											
					Масса трубы при длине L (с раструбом), м																
		ЛА	А	Б	2	3	4	5	6	2	2.5	3	4	5	6	2	2,5	3	4	5	
50	66	6,7	7,4	8	21,5	31	—	—	—	23,5	28.5*	33**	—	—	—	25	30*	35,5**	—	—	—
100	118	7,5	8,3	9	—	63	82	101	120	—	—	69	90	111	131	—	—	73,5	96	118	141
125	144	7.9	8,7	9,5	—	82	107	131	156	—	—	89	116	143	170	—	—	96	125	154	[illegible]
150	170	8,3	9,2	10	—	102	133	163	194	—	—	112	145	179	213	—	—	120	156	193	[illegible]
200	222	9,2	10,1	11	—	—	193	238	282	—	—	—	210	259	307	—	—	—	226	279	[illegible]
250	274	10	11	12	—	—	261	321	381	—	—	—	234	350	416	—	—	—	307	378	[illegible]
300	326	10.8	11,9	13	—	—	337	415	492	—	—	—	368	453	538	—	—	—	398	490	[illegible]

Примечание. Трубы, масса которых отмечена одной звездочкой, изготовляют только по ГОСТ 5525—61** а двумя звездочками — только по ГОСТ 9583—61*.

ТАБЛИЦА II.2

РАЗМЕРЫ РАСТРУБНОГО СОЕДИНЕНИЯ, мм, И МАССА РАСТРУБА, кг



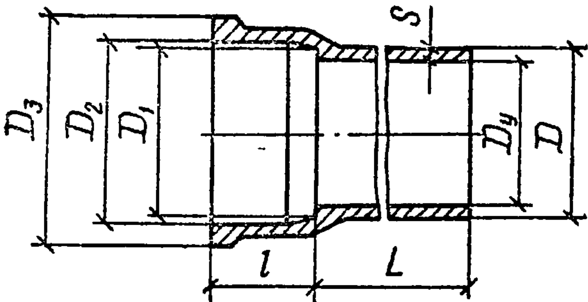
Условный проход трубы	D_1	D_p	f	l_1	l_2	Масса раструба
50	84	78	9	65	10	3,7
100	137	131	9,5	65	15	6,6
125	163	157	9,5	65	15	8,9
150	189	183	9,5	70	15	10,7
200	241	235	9,5	70	15	14,6
250	294	287	10	75	15	20,4
300	346	339	10	75	20	26,7

ПРИЛОЖЕНИЕ III

Трубы чугунные канализационные и фасонные части к ним по ГОСТ 6942.0—69 — ГОСТ 6942.30—69

ТАБЛИЦА III.1

РАЗМЕРЫ ТРУБ И РАСТРУБОВ ПО ГОСТ 6942.3—69



Элемент отливки	Обозначения размеров	Размеры, мм, при D_y, мм		
		50	100	150
Труба	D	58	109	160
	S	4	4,5	5

Продолжение табл. III.1

Элемент отливки	Обозначения размеров	Размеры, мм, при $D_у$, мм		
		50	100	150
Раструб	D_1	65	118	168
	D_2	72	123	176
	D_3	92	147	202
	l	60	70	75

ТАБЛИЦА III.2

МАССА ТРУБ ПО ГОСТ 6942.3—69

$D_у$, мм	Масса, кг, при строительной длине L, мм						
	500	750	1000	1250	1500	1750	2000
50	3,3	4,6	5,9	7,2	8,4	9,7	11
100	7,6	10,5	13,4	16,3	19,2	22,1	25
150	12,7	17,3	21,8	26,3	30,9	35,5	40

Примечание. По специальному заказу поставляются трубы длиной L=2200 мм.

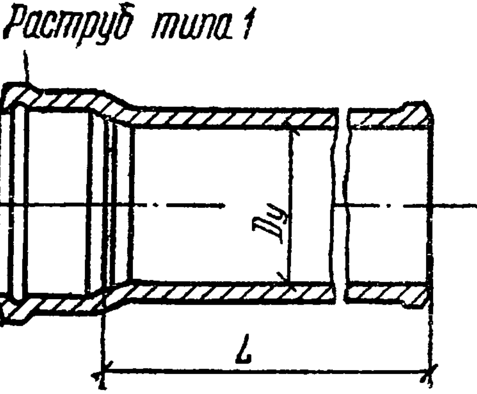
ТАБЛИЦА III.3

РАЗМЕРЫ РАСТРУБОВ ФАСОННЫХ ЧАСТЕЙ ПО ГОСТ 6942.2—69

Раструбы фасонных частей	Обозначения размеров	Размеры, мм, при $D_у$, мм		
		50	100	150
Тип 1	D_1	65	118	168
	D_2	72	123	176
	D_3	90	145	202
	l	55	65	70
	b_2	15	20	25
Тип 2	D_1	67	118	170
	D_2	72	123	176
	D_3	90	145	202
	l	55	65	70

ТАБЛИЦА III.4

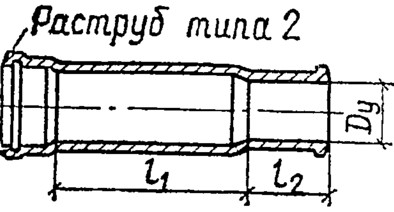
РАЗМЕРЫ И МАССА ПАТРУБКОВ ПО ГОСТ 6942.4—69



$D_у$, мм	Масса, кг, при строительной длине L, мм				
	150	200	250	350	400
50	1,6	1,8	2,1	2,7	3
100	3,4	4	4,6	5,9	6,4
150	4,6	5,5	6,4	8,2	9,1

ТАБЛИЦА III.5

РАЗМЕРЫ, мм, И МАССА, кг, ПАТРУБКОВ КОМПЕНСАЦИОННЫХ ПО ГОСТ 6942.5—69



$D_у$	l_1	l_2	Масса
100	370	120	9,1
150	380	130	13,7

Примечание. Патрубки при $D_у$ 150 мм изготовляют по специальному заказу.

ТАБЛИЦА III.6

РАЗМЕРЫ И МАССА МУФТ

Муфты	Обозначения	Размеры, мм, и масса, кг, при $D_у$, мм		
		50	100	150
Обыкновенные по ГОСТ 6942.28—69	Масса	1,4	3,2	5,6
Надвижные по ГОСТ 6942.29—69	L	80	100	120
	D	67	118	170
	Масса	1,8	4,1	6,5

ТАБЛИЦА III.7

РАЗМЕРЫ И МАССА КОЛЕН И ОТВОДОВ

Фасонные части	Обозначения	Размеры, мм, и масса, кг, при D_y, мм		
		50	100	150
Колено по ГОСТ 6942.8—69	l_1	90	150	160
	l_2	150	170	220
	R	70	75	130
	Масса	2,1	5,1	9,4
Отвод 110° по ГОСТ 6942.10—69	l_1	70	75	—
	l_2	135	150	—
	R	70	75	—
	Масса	1,8	4,3	—
Отвод 120° С по ГОСТ 6942. 11—69	l_1	60	65	—
	l_2	125	140	—
	R	70	75	—
	Масса	1,7	3,8	—
Отвод 135° по ГОСТ 6942.12—69	l_1	50	55	100
	l_2	115	125	165
	R	70	75	175
	Масса	1,6	3,7	7,7

Продолжение табл. [illegible]

Фасонные части	Обозначения	Размеры, мм, и масса, кг, при D_y, мм		
		50	100	[illegible]
Отвод 150° по ГОСТ 6942.13—69	l_1	65	125	[illegible]
	l_2	130	175; 275*	[illegible]
	R	167	335	[illegible]
	Масса	1,8	5,1; 6,2*	[illegible]

Примечания: 1. Отводы 110 и 120°, а также отвод [illegible] при D_y 150 мм изготовляют по специальному заказу.

2. Звездочкой обозначены размеры и масса для удлинен[illegible] исполнения отвода.

ТАБЛИЦА [illegible]

РАЗМЕРЫ, мм, И МАССА, кг, ОТСТУПА ПО ГОСТ 6942.1[illegible]

D_y	L	l	R	Масса
50	210	81	60	2,1
100	260	97	85	5,2
150	260	90	90	8,2

ТАБЛИЦА III.9

РАЗМЕРЫ И МАССА ПАТРУБКОВ ПЕРЕХОДНЫХ

Патрубки	Обозначения	Размеры, мм, и масса, кг, при $D_у \times d_у$, мм	
		100×50	150×100
Переходный по ГОСТ 6942.6—69 (Раструб типа 1)	L	145	155
	l_1	30	35
	l_2	65	70
	Масса	2,2	4,2

Продолжение табл. III.9

Патрубки	Обозначения	Размеры, мм, и масса, кг, при $D_у \times d_у$, мм	
		100×50	150×100
Переходный вентиляционный по ГОСТ 6942.7—69 (Раструб типа 1)	L	175	180
	l_2	100	120
	Масса	2,6	5,5

Примечание. Патрубок переходный вентиляционный при $D_у \times d_у$ =100×50 мм изготовляют по специальному заказу.

ТАБЛИЦА III.10

РАЗМЕРЫ И МАССА ТРОЙНИКОВ

Тройники	Обозначения	Размеры, мм, и масса, кг, при $D_у \times d_у$, мм					
		50×50	100×50	100×100	150×50	150×100	150×150
Прямые 90° по ГОСТ 6942.17—69 (Раструб типа 1)	l_1	70	75	95	40	70	95
	l_2	130	160	170	155	190	210
	l_3	70	90	150	95	95	95
	Масса	2,7	5	7,7	6,4	8,5	10,8
Косые 45° по ГОСТ 6942.22—69 (Раструб типа 1)	l_1	135	165	205	145	185	220
	l_2	100	120	125	80	110	150
	l_3	135	170	205	170	195	220
	Масса	3,1	6	8,4	6,9	9,2	13,2

Продолжение табл. [illegible]

Тройники	Обозначения	Размеры, мм, и масса, кг, при $D_у \times d_у$, мм					
		50×50	100×50	100×100	150×50	150×100	[illegible]
Косые 60° по ГОСТ 6942.23—69	l_1	100	120	150	100	130	[illegible]
	l_2	110	115	140	115	140	[illegible]
	l_3	105	120	150	130	145	[illegible]
	Масса	3	5,3	7,7	6,7	8,6	[illegible]
Прямые низкие по ГОСТ 6942.19—69	Масса	—	—	6	—	—	—
Прямые компенсационные по ГОСТ 6942.18—69	l_1	—	370	—	380	—	—
	l_2	—	120	—	130	—	—
	l_3	—	65	—	95	—	—
	l_4	—	240	—	250	—	—
	Масса	—	9,5	—	14,6	—	—
Прямые переходные по ГОСТ 6942.20—69	Масса	—	6,8	—	—	—	—
Прямые переходные низкие по ГОСТ 6942.21—69	Масса	—	4,9	—	—	—	—

Примечание. Тройники прямые низкие, а также прямые компенсационные при $D_у \times d_у = 150 \times 50$ мм изготовляют по специальному заказу.

ТАБЛИЦА III.11

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ И МАССА СПЕЦИАЛЬНЫХ ФАСОННЫХ ЧАСТЕЙ

Фасонные части	Обозначения	Размеры, мм, и масса, кг, при D_y, мм	
		100	150
Отвод-тройник приборный 150° по ГОСТ 6942.14—69	Масса	7,3	—
Крестовины двухплоскостные по ГОСТ 6942.27—69	l_1	95	100
	l_2	180	180
	l_3	90	130
	l_4	120	145
	Масса	8,5	13,8
Отвод-крест приборный 150° по ГОСТ 6942.15—69	Масса	5	—

Примечания: 1. Отвод-тройник приборный, а также крест двухплоскостной при D_y 150 мм изготовляют по специальному заказу.

2. Отводы-тройники и отводы-кресты двухплоскостные поставляют в правом и левом исполнении.

ТАБЛИЦА III.12

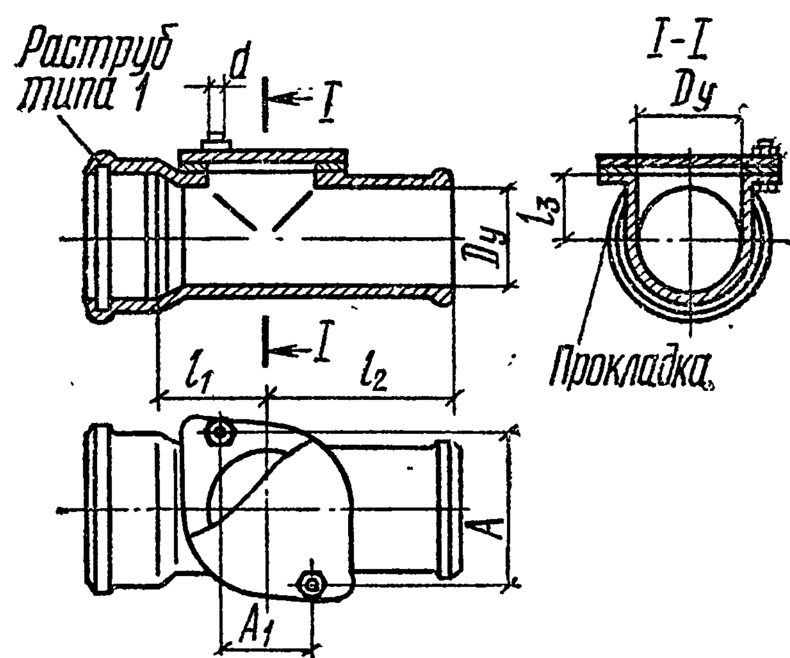
РАЗМЕРЫ И МАССА КРЕСТОВИН

Крестовины	Обозначения	Размеры, мм, и масса кг, при $D_y \times d_y$, мм				
		50×50	100×50	100×100	150×50	150×100
Прямые по ГОСТ 6942.24—69	l_1	70	75	95	40	70
	l_2	130	160	170	155	190
	l_3	70	90	100	95	95
	Масса	3,5	6,5	8,8	7,2	10,3
Косые 45° по ГОСТ 6942.25—69	l_1	135	165	205	145	185
	l_2	100	120	125	80	110
	l_3	135	170	205	170	195
	Масса	4,1	7,2	10,9	7,8	10,8
Косые 60° по ГОСТ 6942.26—69	l_1	100	120	150	100	130
	l_2	110	115	140	115	140
	l_3	105	120	150	130	145
	Масса	3,8	6,2	10,2	7,4	10,3

Примечание. Крестовины прямые при $D_y \times d_y$=50×50 мм, косые 45° при $D_y \times d_y$, равных 50×50, 150×50 и 150×100 мм, а также косые 60° при $D_y \times d_y$, равных 50×50 и 150×50 мм, изготовляют по специальному заказу.

ТАБЛИЦА III.13

РАЗМЕРЫ И МАССА РЕВИЗИЙ ПО ГОСТ 6942.30—69



Обозначения	Размеры, мм, и масса, кг, при D_y, мм		
	50	100	150
l_1	60	95	120
l_2	140	210	220
l_3	32	56	82
A	80	130	170
A_1	40	80	85
d	10	12	12
Масса	3	8	14,2
Количество гаек по ГОСТ 5915—62	2	2	4
Количество болтов по ГОСТ 7798—62*	2	2	4

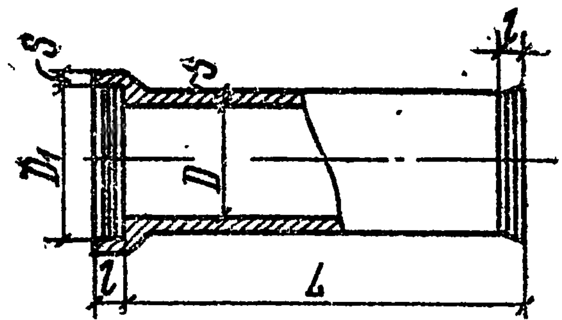
Примечание. Прокладка по ГОСТ 7338—65.

ПРИЛОЖЕНИЕ IV

Трубы неметаллические

ТАБЛИЦА IV.1

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ ТРУБ, мм, КЕРАМИЧЕСКИХ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ПО ГОСТ 286—64

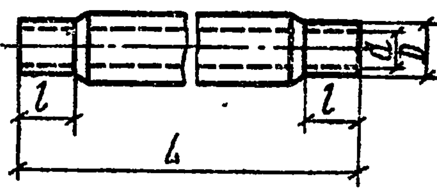


D	L	D_1	l	S
150 200	1000; 1200	224 282	60 60	19 21
250 300	800; 1000; 1200	340 398	70 70	22 25

Примечание. Керамические канализационные трубы применяют для прокладки безнапорных производственных и хозяйственно-фекальных канализационных сетей, а также водосточных сетей в агрессивных грунтовых водах.

ТАБЛИЦА IV.2

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, И МАССА, кг, ТРУБ АСБЕСТОЦЕМЕНТНЫХ ВОДОПРОВОДНЫХ ПО ГОСТ 539—~~65~~ 80



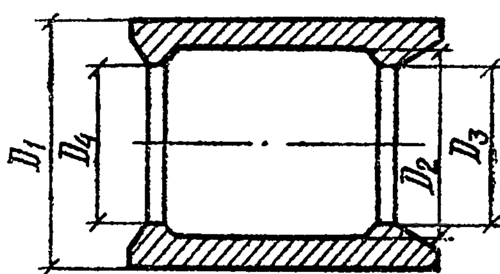
Условный проход	Внутренний диаметр d		Наружный диаметр обточенных концов D				Длина трубы L	Длина обточенных концов l			Справочная масса			
	Трубы марок							Трубы марок						
	ВТ3, ВТ6, ВТ9	ВТ12	ВТ3	ВТ6	ВТ9	ВТ12		ВТ3, ВТ6	ВТ9	ВТ12	ВТ3	ВТ6	ВТ9	ВТ12
50	50	—	68	68	68	—	2950	300	350	—	11	11	11	—
75	75	—	93	93	93	—	2950	300	350	—	16	16	18	—
100	100	—	118	118	122	—	2950	300	350	—	21	21	25	—
125	119	—	137	139	143	—	2950 3950	300	350	—	24 33	26 35	31 41	—
150	141	135	161	163	169	169	2950 3950	300	350	200	32 43	35 47	43 57	50 67
200	189	181	209	217	221	224	3950	300	350	200	57	80	95	128
250	235	228	259	265	273	274	3950	300	350	200	86	103	134	152
300	279	270	305	314	325	325	3950	300	350	200	142	146	188	224

Примечания: 1. Условный проход соответствует внутреннему диаметру чугунных труб, чугунные фасонные части которых используются в асбестоцементных трубопроводах.

2. Допускаемое рабочее гидравлическое давление $P_{раб}$ для труб марок: ВТ3 — 3 кгс/см²; ВТ6 — 6 кгс/см²; ВТ9 — 9 кгс/см²; ВТ12 — 12 кгс/см².

ТАБЛИЦА IV.3

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, И МАССА, кг, МУФТ АСБЕСТОЦЕМЕНТНЫХ ВОДОПРОВОДНЫХ ПО ГОСТ 539—~~65~~ 80



Условный проход трубы	Наружный диаметр D_1			Внутренний диаметр D_2			Диаметр буртиков (выступов) рабочего конца D_3			Диаметр буртиков (выступов) нерабочего конца D_4			Справочная масса		
	Муфты марок														
	ВМ3	ВМ6	ВМ9	ВМ3	ВМ6	ВМ9	ВМ3	ВМ6	ВМ9	ВМ3	ВМ6	ВМ9	ВМ3	ВМ6	ВМ9
50	108	108	108	79	79	78,9	75,2	75,2	74	70	70	71	1,2	1,2	1,4
75	133	133	133	104	104	103	100,2	100,2	99	95	95	96	1,5	1,5	1,8
100	160	160	169	130,6	130,6	134	126,4	126,4	130	120	120	125	1,9	1,9	2,8
125	179	183	191	149,6	151,6	155	145,4	147,4	151	139	141	146	2,1	2,3	2,9
150	206	211	217	173,6	175,6	181	169,4	171,4	177	163	165	172	2,7	2,9	3,4
200	252	269	269	221,1	229,1	233	217,4	225,4	229	211	219	224	3,3	4,4	4,2
250	305	313	327	271,1	277,1	285	267,4	273,4	281	261	267	276	4,4	5,4	5,8
300	351	365	387	317,1	326,1	337	313,4	322,4	333	307	316	328	5	6,8	6,5

Примечания: 1. Для водопроводов с рабочим давлением 3 и 6 кгс/см² применяются асбестоцементные соединительные муфты, а с рабочим давлением 9 и 12 кгс/см² — чугунные или асбестоцементные.

2. Асбестоцементные муфты изготовляются: марки ВМ3 для соединения труб марки ВТ3, марки ВМ6 для соединения труб марки ВТ6 и марки ВМ9 для соединения труб марки ВТ9.

3. Длина муфты L для труб условным проходом до 300 мм составляет 150 мм.

ТАБЛИЦА IV.4

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, И МАССА, кг, ТРУБ И МУФТ АСБЕСТОЦЕМЕНТНЫХ ДЛЯ БЕЗНАПОРНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ ПО ГОСТ 1839—~~72~~ 80

Изделие	Обозначения	Размеры и масса (справочная) при условном проходе трубы, мм					
		100	125	150	200	250	300
Трубы	D	116	139	165	215	265	315
	d	100	123	147	195	243	291
	L	2950	2950	2950	3925	3925	3925
	Масса	14,7	18,5	25,9	51	69	90,2
Муфта	D_1	169	195	216	273	325	377
	D_2	145	171	190	245	295	345
	Масса	1,61	1,87	2,53	3,3	4,2	5,3
Резиновое кольцо	Диаметр внутренний	90	110	122	160	200	230

Примечание. Асбестоцементные трубы и муфты предназначаются для устройства безнапорной канализации.

ТАБЛИЦА IV.5

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, И МАССА, кг, ТРУБ ИЗ ВИНИПЛАСТА ПО ТУ № 6-05-1573-72

Условный проход	Наружный диаметр	При условном давлении $P_у$, кгс/см²			
		до 2,5		до 6	
		толщина стенки	масса 1 м	толщина стенки	масса 1 м
10	15	2,5	—	2,5; 11	—
15	20	2,5	—	2,5	0,19
18	22	4,5	—	4,5	0,34
20	25	3	0,3	3	0,29
25	32	3; 4	—	4; 3	—
32	40	3,5; 11	—	3,5; 5; 11	—
	45	11	—	11	—
40	50 (51)	4,5	0,83	6	1,19
	55 (50)	11	—	4,5	1,19
50	63 (55)	4,5	1,17	11	—
	75 (63)	11	—	4,5; 7	—
60	76	5,5	1,56	5; 8; 11	—
70	83	6	2,2	6	—
	90	5,5	—	5,5	—
80	96	6,5	2,53	—	—
90	102	6,5	2,73	—	—
100	114	7	3,3	7	—
125	140	8	4,64	8	—
150	166	8	5,6	—	—
240	250	5,5	7,1	—	—

Примечания: 1. Винипластовые трубы применяются для устройства трубопроводов, транспортирующих агрессивные жидкости. Трубы из винипласта стойки к большинству кислот и щелочей при температуре от 0 до 40° С.

2. Цифры в скобках относятся к давлению 6 кгс/см².

3. Трубы выпускаются длиной от 1 до 3 м.

4. Условное давление $P_у$ соответствует рабочему давлению при температуре среды +40° С.

ТАБЛИЦА IV.6

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, И МАССА, кг, ТРУБ ИЗ ПОЛИЭТИЛЕНА НИЗКОЙ ПЛОТНОСТИ (ПНП) ПО МРТУ № 6-05-918-67

Условный проход $D_у$	Наружный диаметр	Трубы типа							
		Л		СЛ		С		Т	
		толщина стенки	масса 1 м	толщина стенки	масса 1 м	толщина стенки	масса 1 м	толщина стенки	масса 1 м
6	10	—	—	—	—	—	—	2	0,05
8	12	—	—	—	—	—	—	2	0,07
10	16	—	—	—	—	0,1	1	2,7	0,12
25	32	—	—	2,5	0,23	3,5	0,32	5,4	0,48
32	40	2	0,28	3	0,36	4,3	0,49	6,7	0,71
40	50	2,5	0,39	3,7	0,55	5,4	0,78	8,4	1,1
50	63	3	0,59	4,7	0,87	6,8	1,19	10,5	1,73
70	75	3,8	0,83	5,6	1,23	8,1	1,71	12,5	2,43
80	90	4,3	1,18	6,7	1,76	9,7	2,43	15	3,49
100	110	5,3	1,76	8,2	2,62	11,3	3,8	—	—
100	110	—	—	—	—	—	—	18,4	5,21
125	140	6,8	2,82	10,4	4,25	—	—	—	—
150	160	7,7	3,7	11,9	5,53	—	—	—	—

Примечания: 1. Трубы из ПНП типов Л, СЛ, С и Т рассчитаны на давление $P_у$, равное соответственно 2,5; 4; 6 и 10 кгс/см².

2. Трубы из ПНП предназначаются для устройства наружных и внутренних напорных трубопроводов, транспортирующих воду, воздух, кислоты и щелочи.

3. Трубы из ПНП поставляются прямыми отрезкам длиной 6, 8, 10 и 12 м с допускаемым отклонением +50 мм или свернутыми в бухты (для условного прохода до 40 мм включительно).

4. Допустимый эксплуатационный температурный перепад для труб из ПНП от —30 до +50° С.

ТАБЛИЦА IV.7

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, И МАССА, кг, ТРУБ ИЗ ПОЛИЭТИЛЕНА ВЫСОКОЙ ПЛОТНОСТИ (ПВП) ПО МРТУ № 6-05-917-67

Условный проход $D_у$	Наружный диаметр	Трубы типа							
		Л		СЛ		С		Т	
		толщина стенки	масса 1 м	толщина стенки	масса 1 м	толщина стенки	масса 1 м	толщина стенки	масса 1 м
25	32	—	—	—	—	2	0,2	2,9	0,29
50	63	2	0,316	—	—	3,6	0,71	—	—
100	100	2,7	0,97	—	—	6,3	2,14	—	—

Примечания: 1. Трубы из ПВП типов Л, СЛ, С и Т рассчитаны на давление $P_у$, равное соответственно 2,5; 4; 6 и 10 кгс/см².

2. Трубы из ПВП предназначаются для устройства наружных и внутренних напорных трубопроводов, транспортирующих различные агрессивные среды.

3. Трубы из ПВП диаметром до 25 мм поставляются свернутыми в бухты, диаметром от 32 до 200 мм — прямыми отрезками длиной 6, 8, 10 и 12 м с допускаемым отклонением +50 мм.

4. Допустимый эксплуатационный температурный перепад для труб из ПВП от —30 до +70° С.

2. АРМАТУРА

ПРИЛОЖЕНИЕ V

Краны

Общие сведения

ТАБЛИЦА V.1

ДАВЛЕНИЕ (ИЗБЫТОЧНОЕ), кгс/см², ДЛЯ АРМАТУРЫ И СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ЧАСТЕЙ ИЗ УГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ ($C \leqslant 0{,}3$) МАРОК Ст.3, МСт.4 И Ст.25

Условное давление $P_у$	Пробное давление $P_{пр}$	Рабочее давление наибольшее $P_{раб}$ при температуре среды, °С, до				
		200	225	250	275	300
1	2	1	1	0,9	0,9	0,8
2,5	4	2,5	2,4	2,2	2,1	2
4	6	4	3,8	3,6	3,4	3,2
6	9	6	6	5,6	5,3	5
10	15	10	9,5	9	8,5	8
16	24	16	15	14	13	12,5
25	38	25	24	22	21	20

Примечания: 1. Первая ступень рабочего давления распространяется также и на отрицательные температуры среды не ниже —20° С.

2. Рабочее давление для промежуточных значений температуры среды определяется линейной интерполяцией.

3. При определении ступени условного давления допускается превышение фактического рабочего давления в пределах до 5% сверх указанного для заданной температуры.

ТАБЛИЦА V.2

ДАВЛЕНИЕ (ИЗБЫТОЧНОЕ) кгс/см², ДЛЯ АРМАТУРЫ И СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ЧАСТЕЙ ИЗ СЕРОГО И КОВКОГО ЧУГУНА

Условное давление $P_у$	Пробное давление $P_{пр}$	Рабочее давление наибольшее $P_{раб}$ при температуре среды, °С			
		120	200	250	300
1	2	1	1	1	1
2,5	4	2,5	2,5	2	2
4	6	4	3,6	3,4	3,2
6	9	6	6,5	5	5
10	15	10	9	8	8
16	24	16	15	14	13
25	38	25	23	21	20

Примечания: 1. Первая ступень рабочего давления распространяется также и на отрицательные температуры среды не ниже —30° С.

2. См. примечания 2 и 3 к табл. V.1.

ТАБЛИЦА V.3

ДАВЛЕНИЕ (ИЗБЫТОЧНОЕ), кгс/см², ДЛЯ АРМАТУРЫ И СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ЧАСТЕЙ ИЗ БРОНЗЫ И ЛАТУНИ

Условное давление $P_у$	Пробное давление $P_{пр}$	Рабочее давление наибольшее $P_{раб}$ при температуре среды, °С, до		
		120	200	250
1	2	1	1	0,7
2,5	4	2,5	2	1,7
4	6	4	3,2	2,7
6	9	6	5	4
10	15	10	8	7
16	24	16	13	11
25	38	25	20	17

Примечания: 1. Первая ступень рабочего давления распространяется также и на отрицательные температуры среды не ниже —30° С.

2. См примечания 2 и 3 к табл. V.1.

ТАБЛИЦА V.4

УСЛОВНЫЕ ПРОХОДЫ И СООТВЕТСТВУЮЩАЯ ИМ ТРУБНАЯ РЕЗЬБА

Условный проход $D_у$ мм	Резьба трубная $d_{труб}$, дюймы	Условный проход $D_у$, мм	Резьба трубная $d_{труб}$ дюймы
6	1/4	80	3
8	—	90**	—
10	3/8	100	—
13*	—	125	—
15	1/2	150	—
20	3/4	175*	—
25	1	200	—
32	1 1/4	225*	—
40	1 1/2	250	—
50	2	275*	—
65	—	300	—

* Не применять для трубопроводной арматуры, соединительных частей и трубопроводов общего назначения.

** Применять только для существующих установок.

ТАБЛИЦА V.5

ОБОЗНАЧЕНИЕ ВИДОВ (ГРУПП) ПРОМЫШЛЕННОЙ ТРУБОПРОВОДНОЙ АРМАТУРЫ ПО КЛАССИФИКАЦИИ ЦЕНТРАЛЬНОГО КОНСТРУКТОРСКОГО БЮРО АРМАТУРОСТРОЕНИЯ (ЦКБА)

Изделия	Обозначение
Краны пробно-спускные	10
» для трубопроводов	11
Запорные устройства указателей уровня	12
Вентили	14 и 15
Клапаны обратные подъемные и приемные с сеткой	16
Клапаны предохранительные	17
» редукционные	18
» обратные поворотные	19
Клапаны, регулирующие давление, расход, уровень	25
Задвижки	30 и 31
Затворы	32
Инжекторы и элеваторы	40
Конденсатоотводчики	45

ТАБЛИЦА V.6

МАТЕРИАЛ И ПАРАМЕТРЫ СТАЛЬНОЙ АРМАТУРЫ, УСТАНАВЛИВАЕМОЙ НА ТРУБОПРОВОДАХ 3-й КАТЕГОРИИ

Материал основных деталей арматуры (корпуса и крышки)		Предельные параметры	
ГОСТ или ТУ на отливки	марка стали	температура стенки, °С	давление *P*, кгс/см²
ГОСТ 977—55 Группа отливок II	15Л, 20Л, 25Л, 30Л, 35Л	400	64
» » III	15Л, 20Л, 30Л, 35Л	425	Не ограничивается
ТУ МТЭ и ТМ 2-67	25Л	450	То же

Примечания: 1. Категории трубопроводов приведены в табл. V.8.

2. Стальную арматуру к трубопроводам допускается присоединять фланцами или при помощи сварки.

ТАБЛИЦА V.7

МАТЕРИАЛ И ПАРАМЕТРЫ ЧУГУННОЙ АРМАТУРЫ, УСТАНАВЛИВАЕМОЙ НА ТРУБОПРОВОДАХ 4-й КАТЕГОРИИ

Материал основных деталей арматуры (корпуса и крышки)		Предельные параметры		
ГОСТ	марка чугуна (не ниже)	давление среды (условное) $P_у$, кгс/см²	температура среды, °С (не выше)	условный проход, мм (не более)
1215—59	КЧ30-6	16	300	80
1412—54	СЧ15-32	10 6 2,5	200 120 120	300 600 1600

Примечания: 1. Категории трубопроводов приведены в табл. V.8.

2. Допускаемое рабочее давление определяется по табл. V.2.

3. Соединение чугунной арматуры с элементами трубопровода должно выполняться на фланцах. Резьбовые соединения допускаются для присоединения чугунной арматуры на трубопроводах с условным проходом не более 100 мм.

ТАБЛИЦА V.8

КАТЕГОРИИ ТРУБОПРОВОДОВ

Категория трубопровода	Среда	Рабочие параметры среды	
		температура, °С	давление (изб.), кгс/см²
3	а) Перегретый пар	Свыше 250 до 350 (включительно)	До 22
	б) То же	До 250	Более 16 до 22
	в) Горячая вода, насыщенный пар	Свыше 115	Более 16 до 39
4	а) Перегретый насыщенный пар	Свыше 115 до 250 (включительно)	Более 0,7 до 16
	б) Горячая вода	Свыше 115	До 16

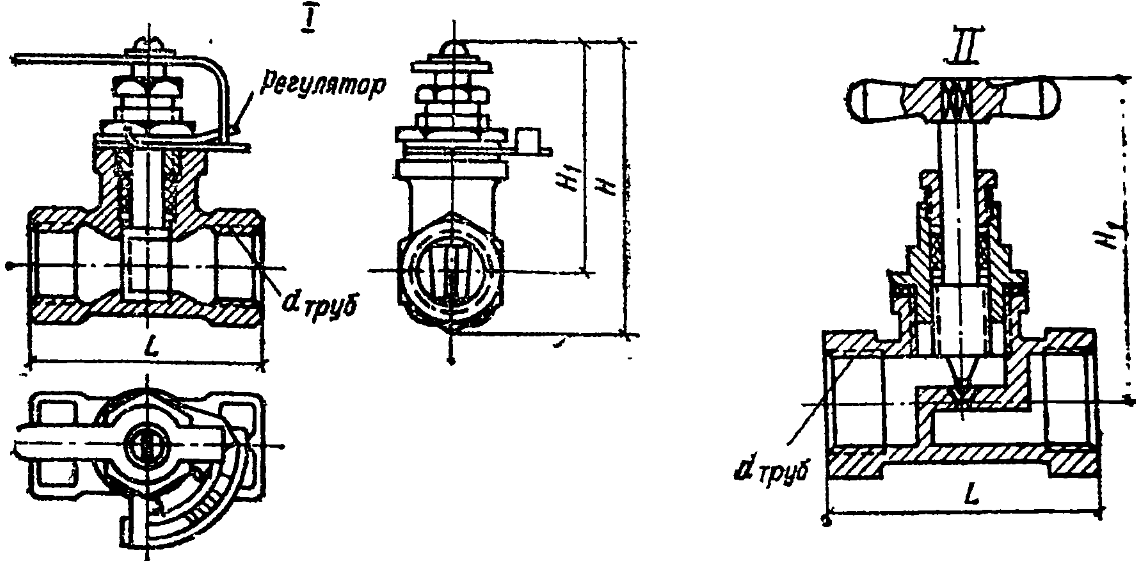
Примечания: 1. Категории трубопроводов приведены в соответствии с «Правилами устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды» Госгортехнадзора, изданными в 1970 г.

2. Для отнесения трубопровода к высшей категории достаточно, чтобы один из параметров среды (давление или температура) превысил установленные пределы.

Техническая характеристика кранов

ТАБЛИЦА V.9

КРАНЫ ДВОЙНОЙ РЕГУЛИРОВКИ ТИПА КДР И РЕГУЛИРУЮЩИЕ ДРОССЕЛЬНЫЕ ТИПА КРД ПО ГОСТ 10944—64



$D_у$, мм	$d_{труб}$, дюймы	Размеры, мм			Величина скида, мм
		L	*H*	H_1	
Для кранов типа КДР (I)					
15	1/2	60	75	60	37
20	3/4	70	85	65	44
Для кранов типа КРД (II) на $P_у$ 6 кгс/см²					
15	1/2	60	—	90	37
20*	3/4	60	—	110	34

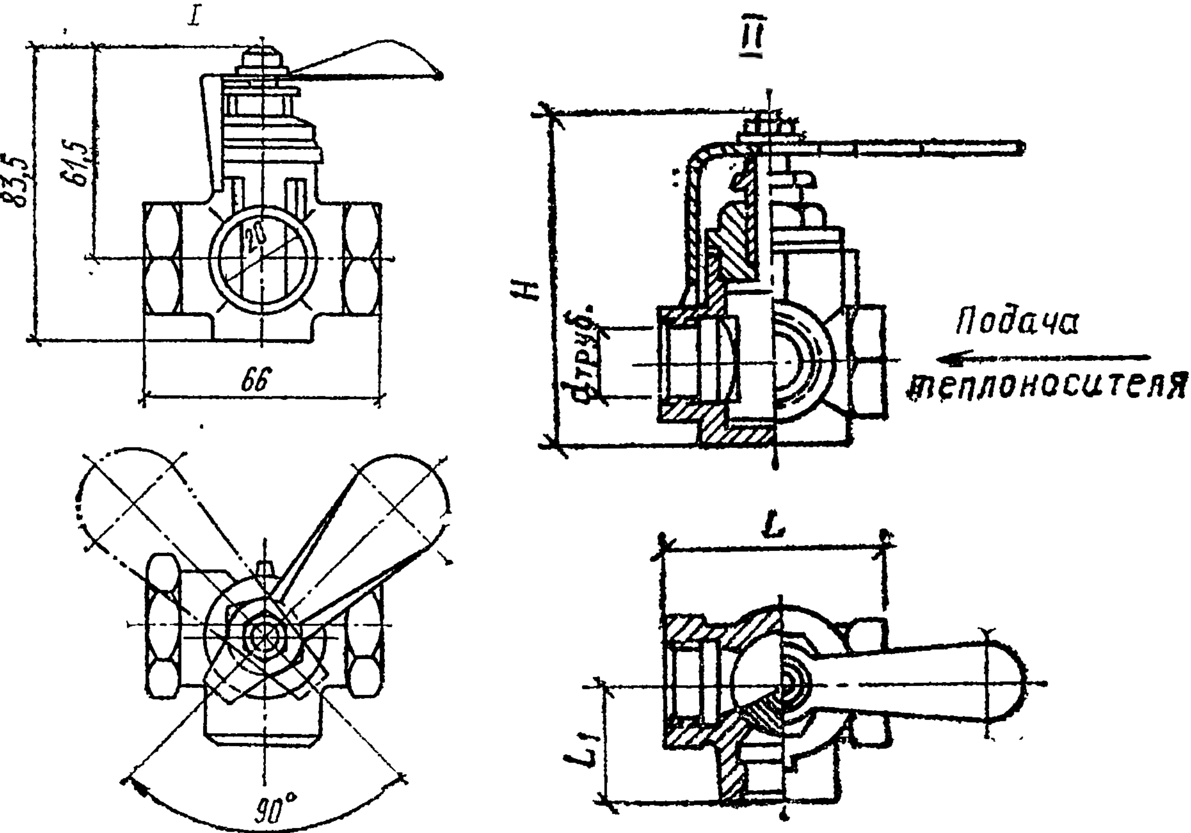
Примечания: 1. Выпуск крана $D_у$ 20 мм ГОСТом не предусмотрен.

2. Краны типа КДР предназначаются для монтажной и бытовой регулировки систем водяного отопления (однотрубных и двухтрубных) с малым гидравлическим сопротивлением нагревательных приборов при температуре теплоносителя до 150° С и условном давлении до 10 кгс/см² (рабочее давление P_{150} 9 кгс/см²).

3. Краны типа КРД на $P_у$ 6 кгс/см² применяются в двухтрубных системах водяного отопления с большим гидравлическим сопротивлением нагревательных приборов при температуре теплоносителя до 130° С.

ТАБЛИЦА V.10

КРАНЫ РЕГУЛИРУЮЩИЕ ТРЕХХОДОВЫЕ ТИПА КРТ ПО ГОСТ 10944—64



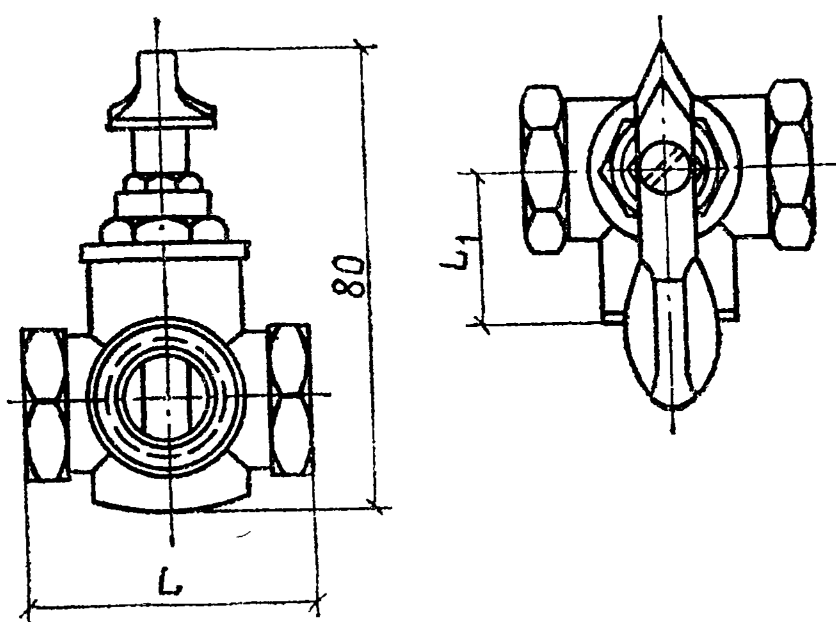
Продолжение табл. V.10

D_y, мм	$d_{труб}$, дюймы	Размеры, мм			Величина скида, мм	Масса, кг
		L	L_1	H		
15	1/2	56	28	80	33	0,42
20	3/4	66	33	80	40	0,484

Примечания: 1. Краны типа КРТ латунные I с D_y 20 мм и с корпусом из ковкого чугуна II с D_y, равными 15 и 20 мм, применяются в однотрубных системах водяного отопления при температуре теплоносителя до 150° С при условном давлении до 10 кгс/см².
2. Основные размеры и технические требования — по ГОСТ 10944—64 (кроме размера H у крана с D_y 15 мм).

ТАБЛИЦА V.11

КРАН РЕГУЛИРУЮЩИЙ ТРЕХХОДОВОЙ НА P_y 6 кгс/см²

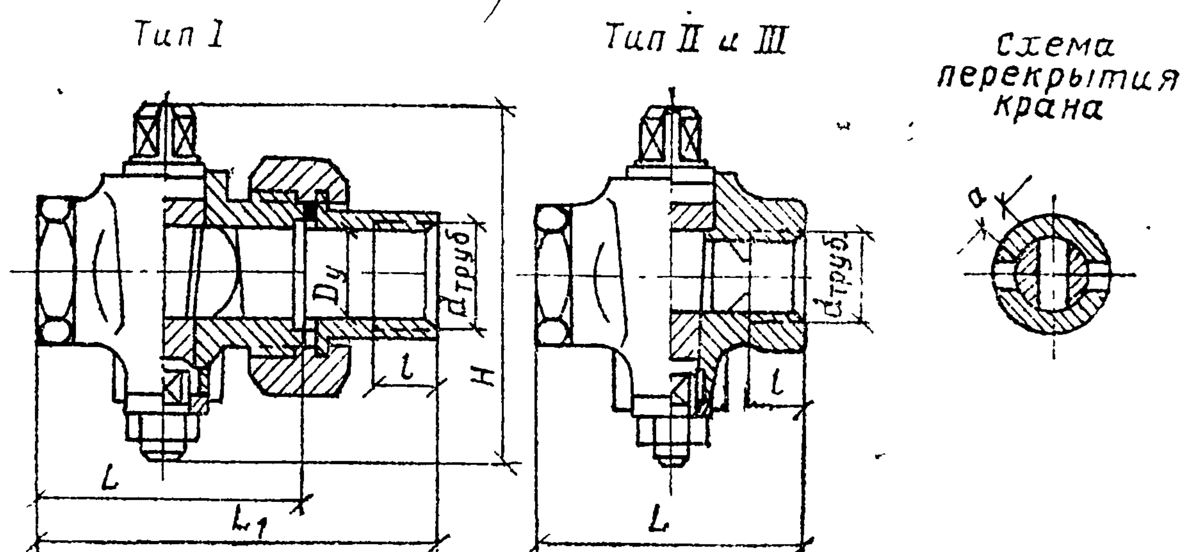


D_y, мм	$d_{труб}$, дюймы	Размеры, мм		Величина скида, мм, по проходу		Масса, кг
		L	L_1	прямому	боковому	
15	1/2	55	26,75	32	15,25	0,65
20	3/4	60	28	34	15	0,55

Примечание. Краны применяются для регулирования теплоотдачи нагревательных приборов в однотрубных системах центрального водяного отопления с осевыми и смещенными замыкающими участками при температуре теплоносителя до 100° С.

ТАБЛИЦА V.12

КРАНЫ ПРОБКОВЫЕ ПРОХОДНЫЕ НАТЯЖНЫЕ ЛАТУННЫЕ т/ф 11Б10бк 1 ПО ГОСТ 12153—66



Продолжение табл. V.12

Обозначение по ЦКБА	Тип крана по ГОСТ 12153—66	Давление, кгс/см²	Условный проход D_y, мм	Конструктивное исполнение присоединительных концов
—	I*	$P_p = 0,1$	15 и 20	Муфта на одном конце, ниппель с накидной гайкой на другом
11Б10бк1	II			Муфта на двух концах
—	III*	$P_y = 1$		

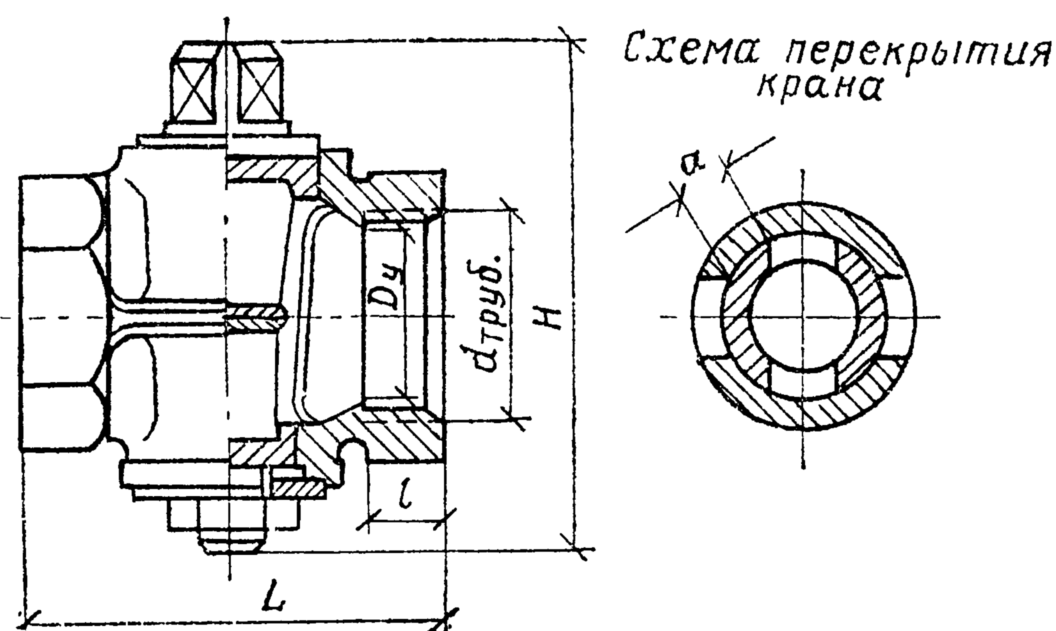
Продолжение табл. V.12

D_y, мм	Тип крана	$d_{труб}$, дюймы	Размеры, мм						Масса, кг (не более)
			L	L_1	l	H	a (не менее)	величина скида	
15	I II	1/2	55	80 — —	12	65(70)	6	57	0,35 0,21 (0,28) 0,265
	III					68		32	
20	I II	3/4	65	95 — —	14	76(85)	7	69	0,57 0,37 (0,47) 0,455
	III					79		39	

Примечания: 1. Краны применяются на трубопроводах для топливного газа при температуре до 50° С.
2. Размеры и масса кранов приведены по данным ЦКБА.

ТАБЛИЦА V.13

КРАНЫ ПРОБКОВЫЕ ПРОХОДНЫЕ НАТЯЖНЫЕ МУФТОВЫЕ ЧУГУННЫЕ ДЛЯ ГАЗОПРОВОДОВ НА P_y 1 кгс/см² т/ф 11ч3бк ПО ГОСТ 12154—66*

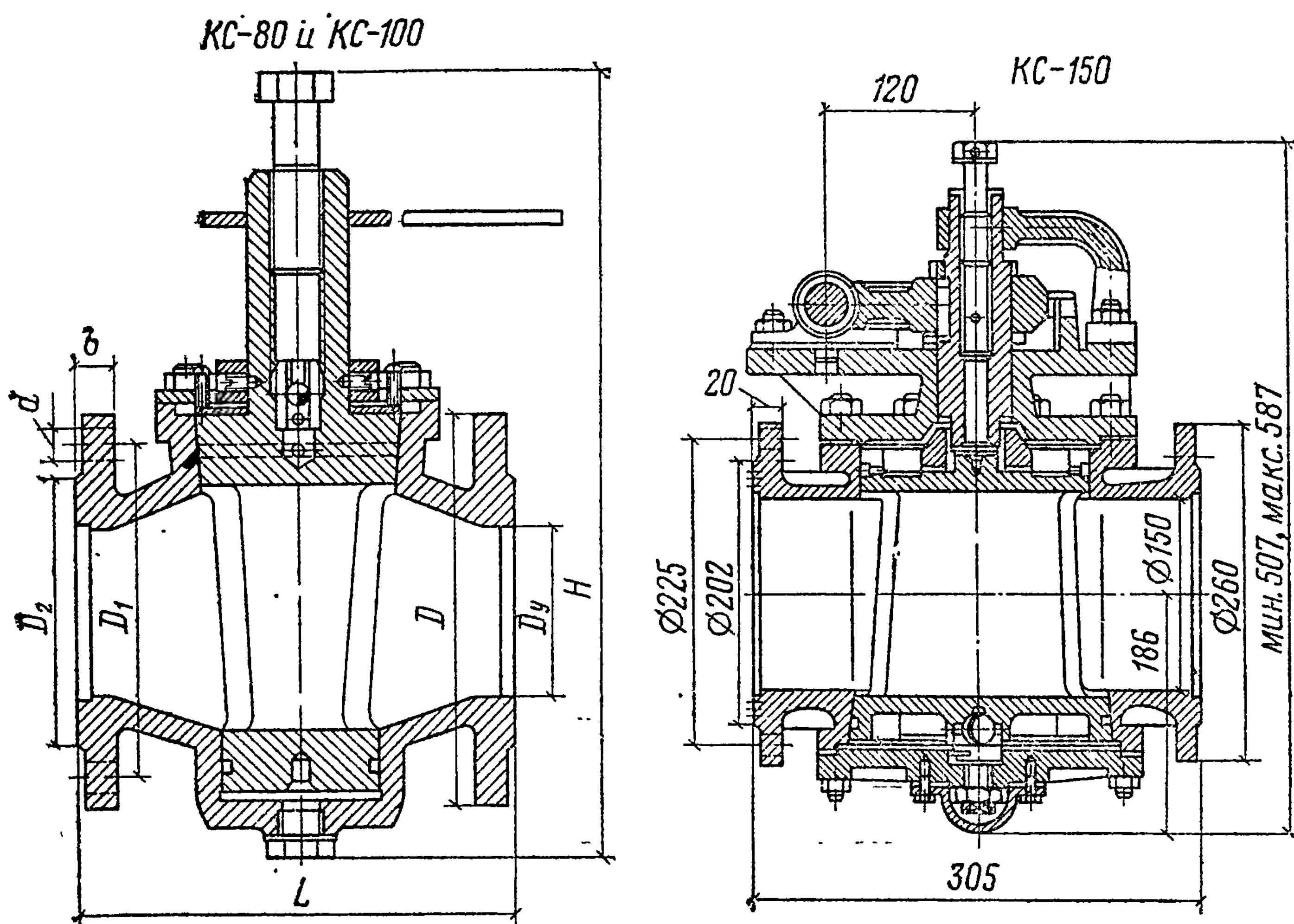


D_y, мм	$d_{труб}$, дюймы	Размеры, мм					Масса, кг (не более)
		L	l	H	a (не менее)	величина скида	
25	1	80	18	104	10	51	0,87
32	1 1/4	95	20	118	11	62	1,36
40	1 1/2	110	22	136	12	73	2
50	2	130	24	161	14	89	3,38
70	2 1/2	160	26	193	15	114	5,67
80	3	180	30	227	17	129	8,57

Примечание. Краны применяются на трубопроводах для топливного газа при температуре до 50° С.

ТАБЛИЦА V.14

КРАНЫ ПРОХОДНЫЕ ФЛАНЦЕВЫЕ ЧУГУННЫЕ (СО СМАЗКОЙ) КС-80, КС-100 И КС-150 НА $P_у$ 6 кгс/см²

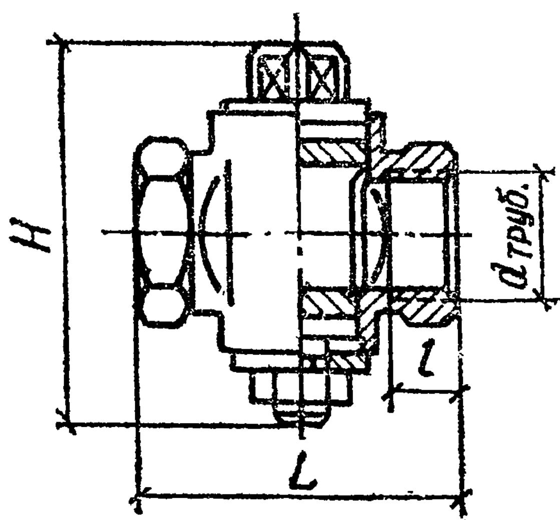


Шифр	Условный проход $D_у$, мм	Размеры, мм							Количество отверстий	Масса, кг
		L	D	D_1	D_2	d	b	H		
КС-80	80	210	185	150	128	18	18	400	4	23
КС-100	100	230	205	170	148	18	18	418	4	30

Примечание. Краны применяются на трубопроводах для топливного газа и других газообразных неагрессивных сред при температуре от —35 до +35° С.

ТАБЛИЦА V.15

КРАНЫ ПРОБКОВЫЕ ПРОХОДНЫЕ НАТЯЖНЫЕ МУФТОВЫЕ ЛАТУННЫЕ НА $P_у$ 6 кгс/см² т/ф 11Б1бк ПО ГОСТ 6223—67*

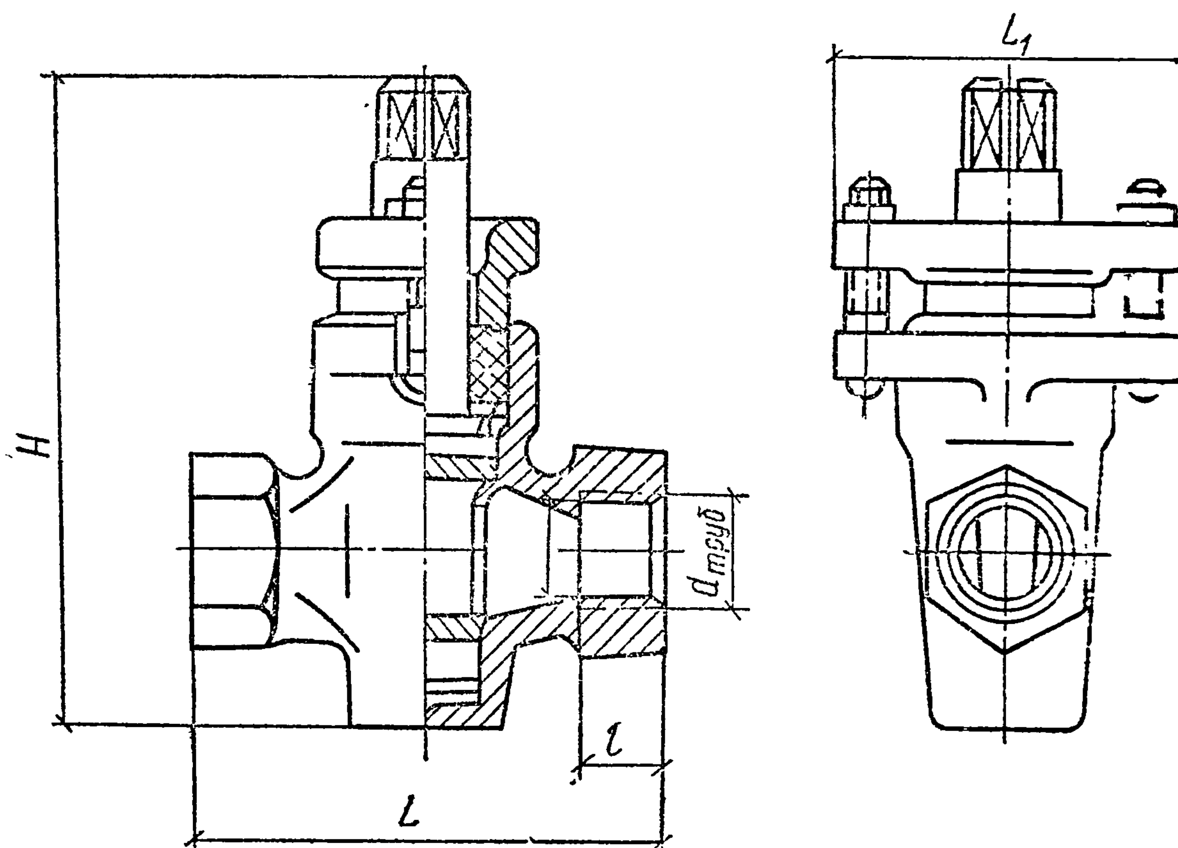


$D_у$, мм	$d_{труб}$, дюймы	Размеры, мм				Масса, кг (не более)
		L	l	H	величина скида	
15	1/2	55	12	65(75)	32	0,24(0,35)
20	3/4	65	14	76(90)	39	0,36(0,6)
25	1	80	16	94(110)	51	0,63(1,15)
32	1¼	95	18	108(125)	62	0,92(1,62)
40	1½	110	20	120(145)	73	1,65(2,7)

Примечания: 1. Краны применяются для среды с температурой до 100° С.
2. Цифры в скобках приведены по данным ЦКБА.

ТАБЛИЦА V.16

КРАНЫ ПРОБКОВЫЕ ПРОХОДНЫЕ САЛЬНИКОВЫЕ МУФТОВЫЕ ЧУГУННЫЕ НА $P_у$ 10 кгс/см² т/ф 11ч6бк ПО ГОСТ 2422—65*

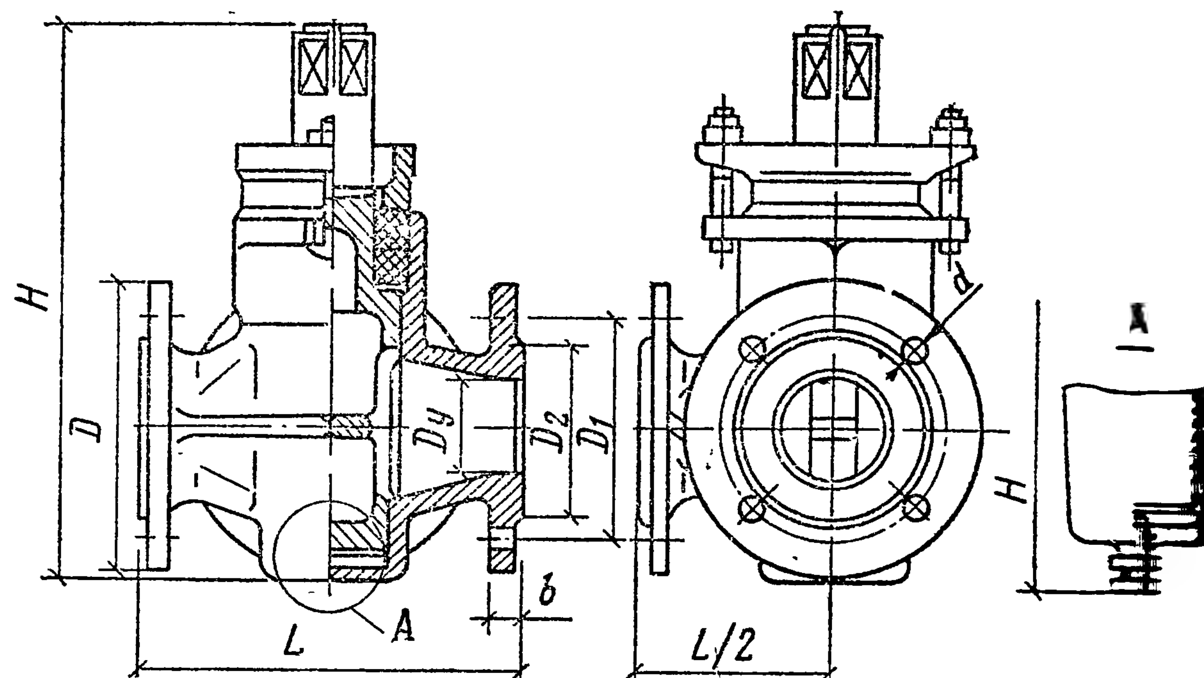


$D_у$, мм	$d_{труб}$, дюймы	Размеры, мм					Масса, кг (не более)
		L	L_1	l	H	величина скида	
15	1/2	80	60	14	110	57	0,65
20	3/4	90	73	16	132	64	1,1
25	1	110	80	18	150	81	1,85
32	1¼	130	98	20	178	97	2,95
40	1½	150	110	22	230	113	3,6
50	2	170	128	24	260	129	6,5
70	2½	220	164	26	305	174	12,25
80	3	250	176	30	345	199	17,75

Примечание. Краны применяются для среды с температурой до 90° С.

ТАБЛИЦА V.17

КРАНЫ ПРОБКОВЫЕ ТРЕХХОДОВЫЕ САЛЬНИКОВЫЕ ФЛАНЦЕВЫЕ ЧУГУННЫЕ НА $P_у$ 6 кгс/см² т/ф 11ч18бк ПО ГОСТ 2998—66*



$D_у$, мм	Размеры, мм							Количество отверстий	Масса, кг
	L	D	D_1	D_2	d	b	H		
25	145	100	75	60	12	14	185	4	4,4
40	180	130	100	80	14	16	276	4	10,4(10,5)
50	200	140	110	90	14	16	318	4	11,3(13,5)
65	230	160	130	110	14	16	370	4	16(21,6)
80	260	185	150	125	18	18	406	4	27(31,4)

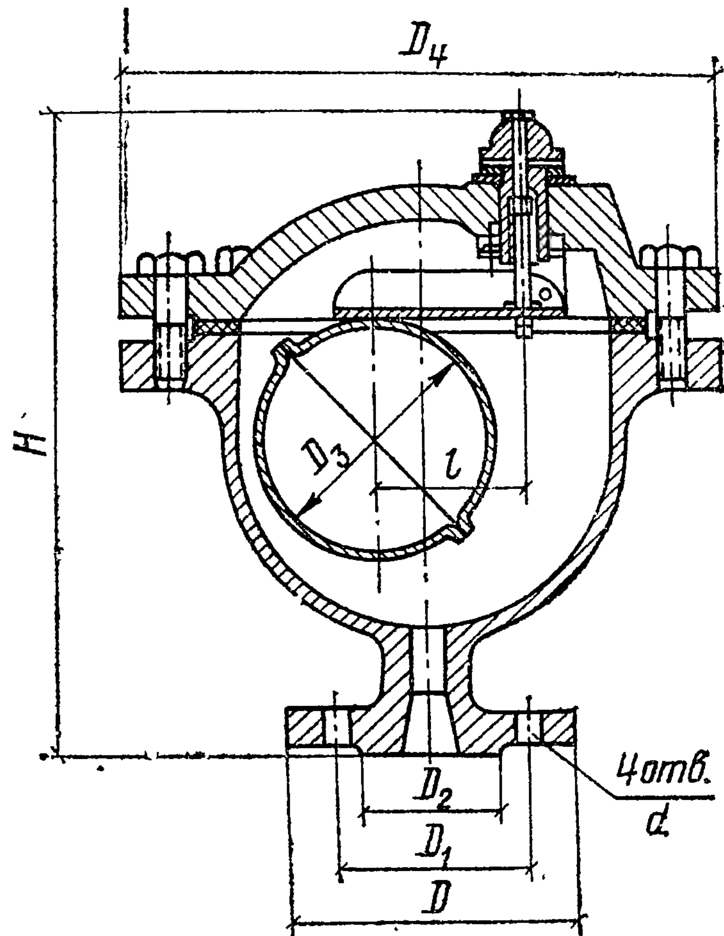
Примечания: 1. Краны применяются на трубопроводах жидких и газообразных сред при температуре от —40 до +100° С.
2. Масса в скобках приведена по данным ЦКБА.

ПРИЛОЖЕНИЕ VI

Воздухоотводчики автоматические и краны для спуска воздуха

ТАБЛИЦА VI.1

ВОЗДУХООТВОДЧИКИ АВТОМАТИЧЕСКИЕ НА $P_у$ 5 И 16 кгс/см²



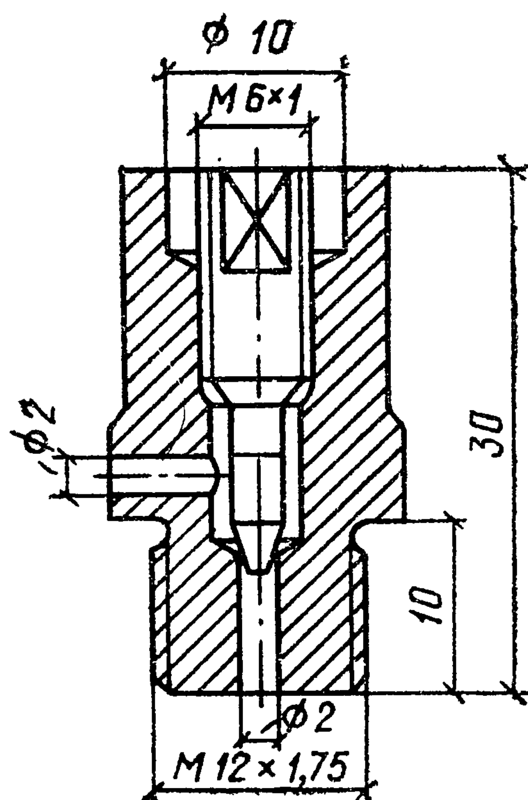
Условное давление $P_у$, кгс/см²	Размеры, мм								Масса, кг
	D	D_1	D_2	D_3	D_4	d	l	H	
5	80	55	40	63	165	12	50	172	4,86
16	105	75	58	83	220	14	70	236	12,8

Примечания: 1. Воздухоотводчики предназначаются для автоматического удаления воздуха из систем водяного отопления и горячего водоснабжения при температуре не более 130° С.

2. Устанавливаются на верхних точках горизонтального трубопровода в вертикальном положении.

ТАБЛИЦА VI.2

КРАНЫ ДЛЯ СПУСКА ВОЗДУХА КОНСТРУКЦИИ Н. Б. МАЕВСКОГО



Продолжение табл. VI.2

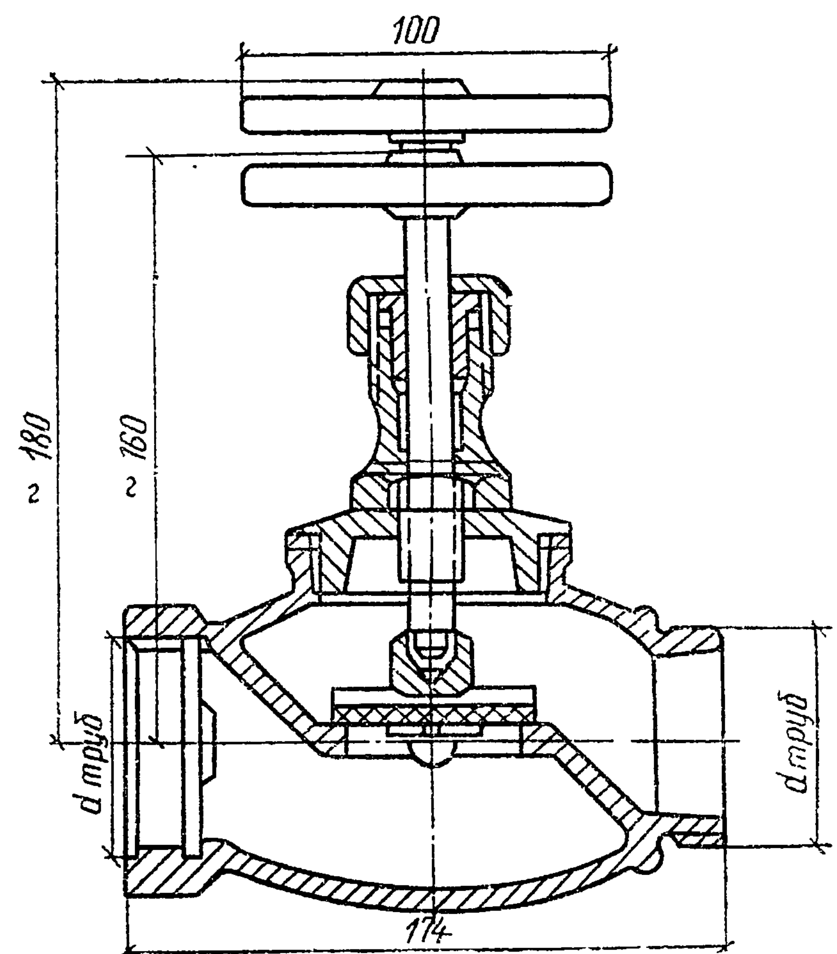
Условное давление, кгс/см²	6
Масса, кг	0,14

Примечание. Воздухоотводчики применяются для удаления воздуха из отопительных приборов систем центрального водяного отопления.

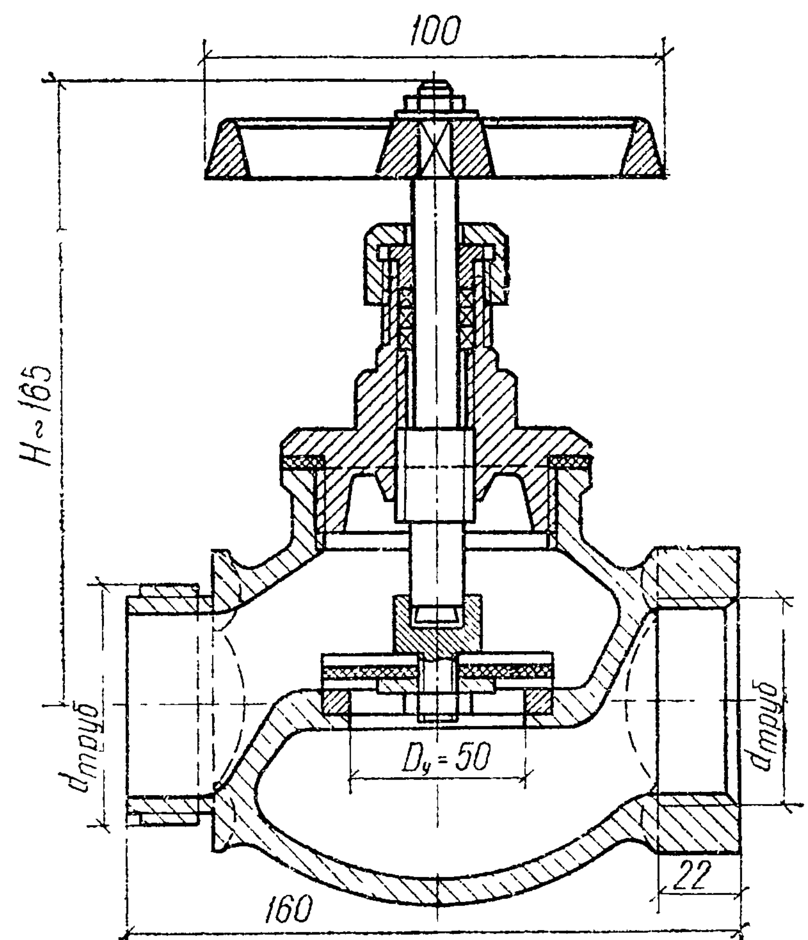
ПРИЛОЖЕНИЕ VII

Вентили запорные

Вентиль запорный пожарный с муфтой и цапкой $D_у$ 50 мм латунный или бронзовый на $P_у$ 6 кгс/см² 1Б1Р, применяемый на пожарных трубопроводах при температуре воды до 50° С по ГОСТ 2217—66



Вентиль запорный пожарный с муфтой и цапкой $D_у$ 50 мм на $P_у$ 16 кгс/см² 15кч11р, применяемый на пожарных трубопроводах при температуре воды до 50° С



Вентили запорные муфтовые из серого чугуна 15ч8к, 15ч8р, 15ч8п, 15ч8бр по ГОСТ 11570—65

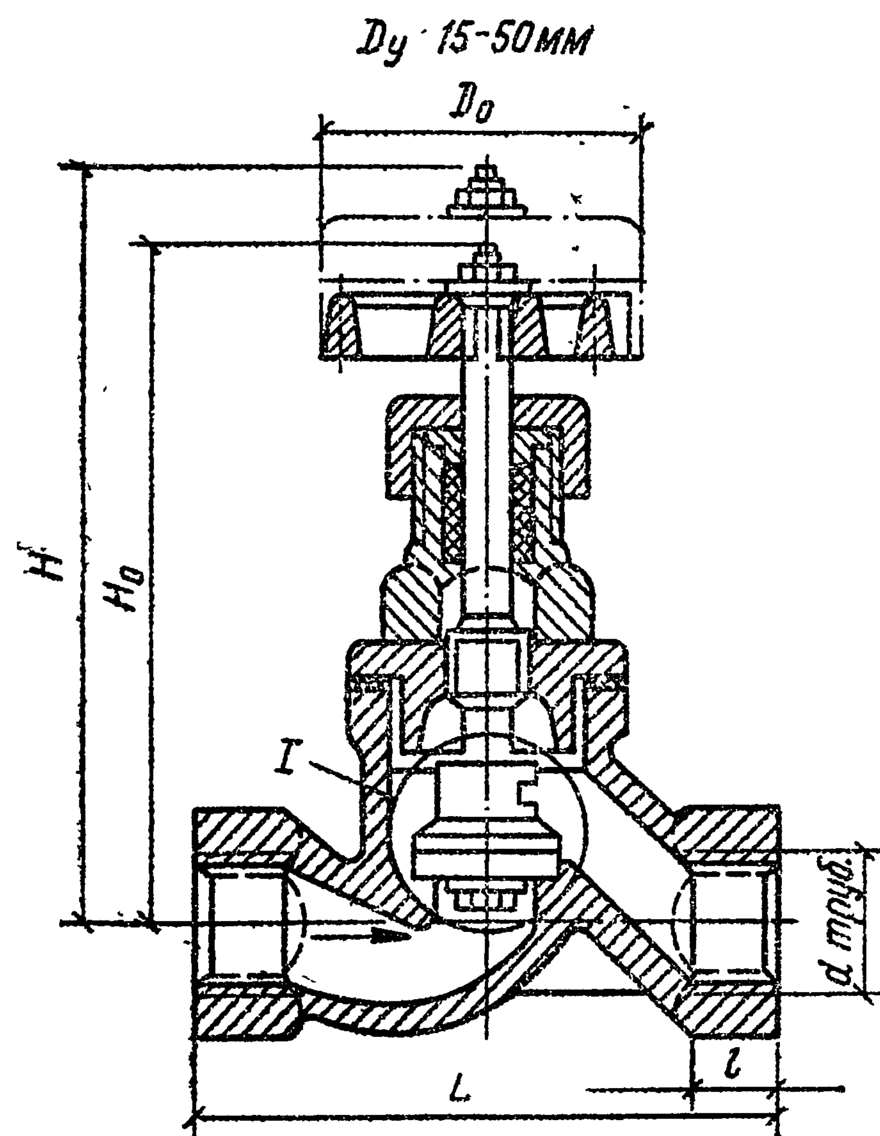
ТАБЛИЦА VII.1

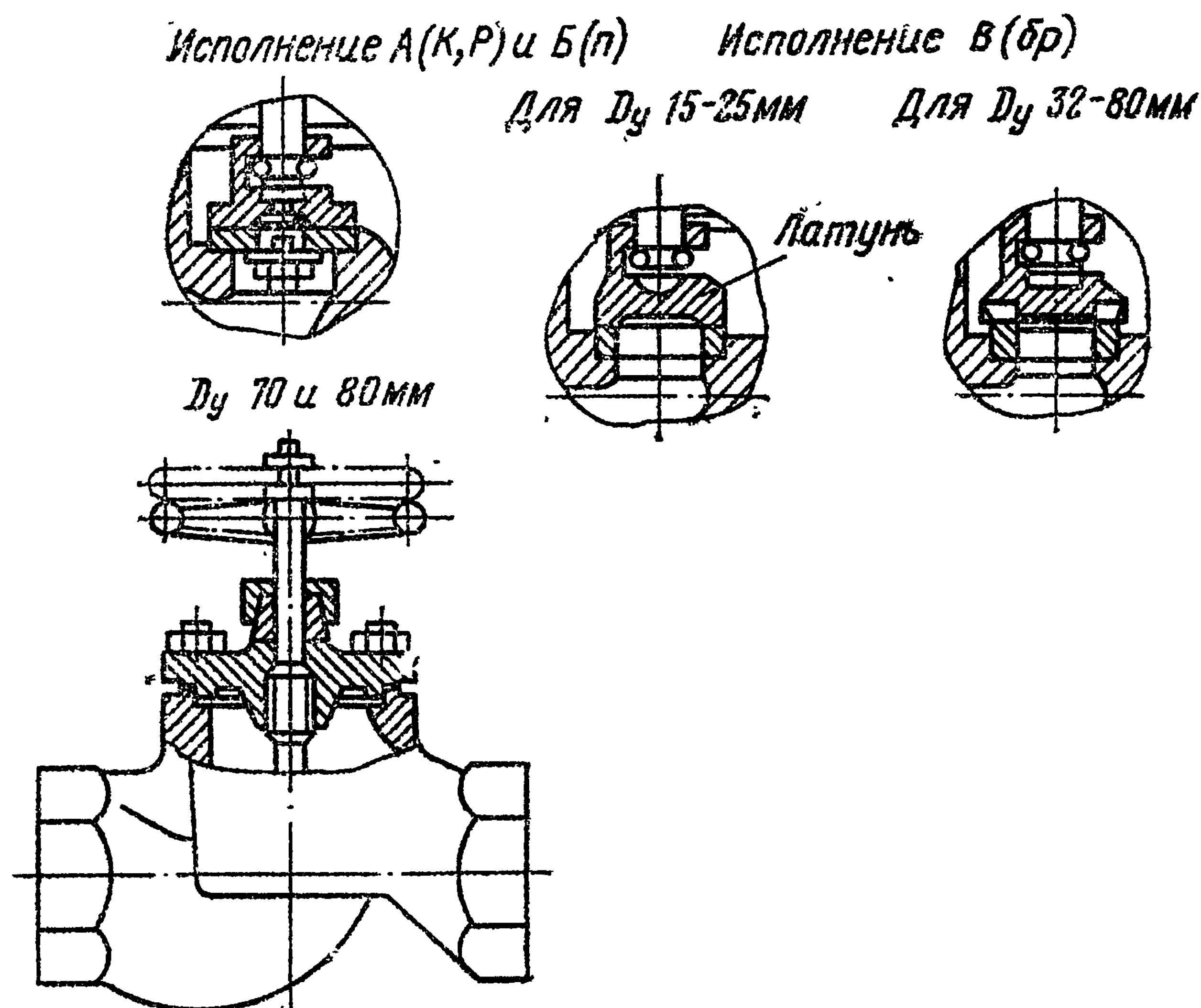
КОНСТРУКТИВНОЕ ИСПОЛНЕНИЕ И ПАРАМЕТРЫ СРЕДЫ

Обозначение по ЦКБА	Исполнение по ГОСТ 11 570—65	Условное давление $P_у$, кгс/см²	Условные проходы $D_у$, мм	Материал уплотнительных поверхностей затвора: в корпусе	Материал уплотнительных поверхностей затвора: в золотнике	Рабочая среда: наименование	Рабочая среда: температура, °С, не более
15ч8к	А	10	15, 20, 25, 32, 40, 50, 70, 80	Чугун	Кожа	Вода	50
15ч8р					Резина		
15ч8п	Б	16			Специальная пластмасса	Вода и пар	200
15ч8бр	В			Латунь			225

ТАБЛИЦА VII.2

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, И МАССА, кг, ВЕНТИЛЕЙ ЗАПОРНЫХ МУФТОВЫХ





Условный проход $D_у$, мм	$d_{труб}$, дюймы	L	l	H	H_o	D_o: А (к. р)	D_o: Б (п); В (бр)	Величина скида	Масса, не более
15	1/2	90	14	116	110	50	65	67	0,75
20	3/4	100	16	120	112	50	80	74	1,1
25	1	120	18	148	137	80	100	91	1,75
32	1 1/4	140	20	152	138	80	100	107	2,7
40	1 1/2	170	22	177	162	100	120	133	4,15
50	2	200	24	190	170	120	140	159	5,8
65	2 1/2	260	26	245	215	140	160	214	14
80	3	290	30	265	230	140	200	239	17

Вентили запорные фланцевые из серого чугуна с крышкой на резьбе 15ч9к, 15ч9р, 15ч9бр по ГОСТ 11571—65

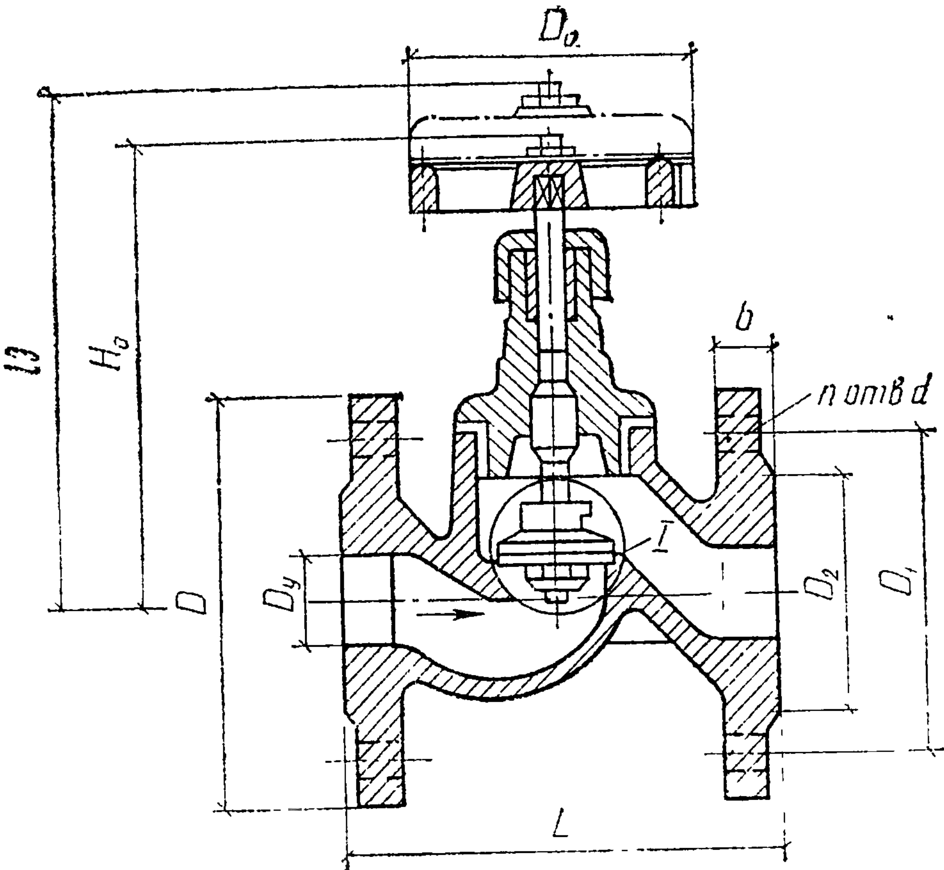
ТАБЛИЦА VII.3

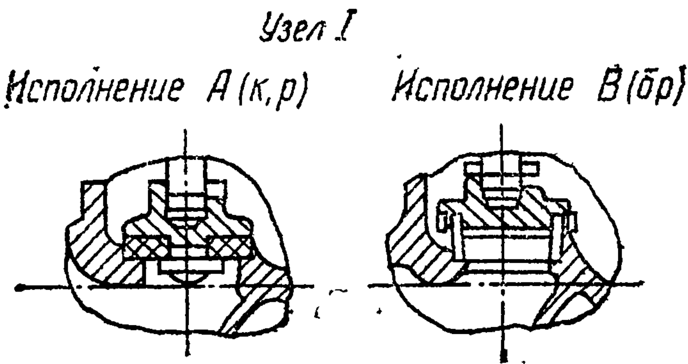
КОНСТРУКТИВНОЕ ИСПОЛНЕНИЕ И ПАРАМЕТРЫ СРЕДЫ

Обозначение по ЦКБА	Исполнение по ГОСТ 11571—75	Условное давление $P_у$, кгс/см²	Условный проход $D_у$, мм	Материал уплотнительных поверхностей затвора		Рабочая среда	
				в корпусе	в золотнике	наименование	температура, °С
15ч9к	А	10	25, 32, 40, 50	Чугун	Кожа	Вода	50
15ч9р					Резина		
15ч9бр	В	16		Латунь		Вода, пар	225

ТАБЛИЦА VII.4

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, И МАССА, кг, ВЕНТИЛЕЙ ЗАПОРНЫХ ФЛАНЦЕВЫХ



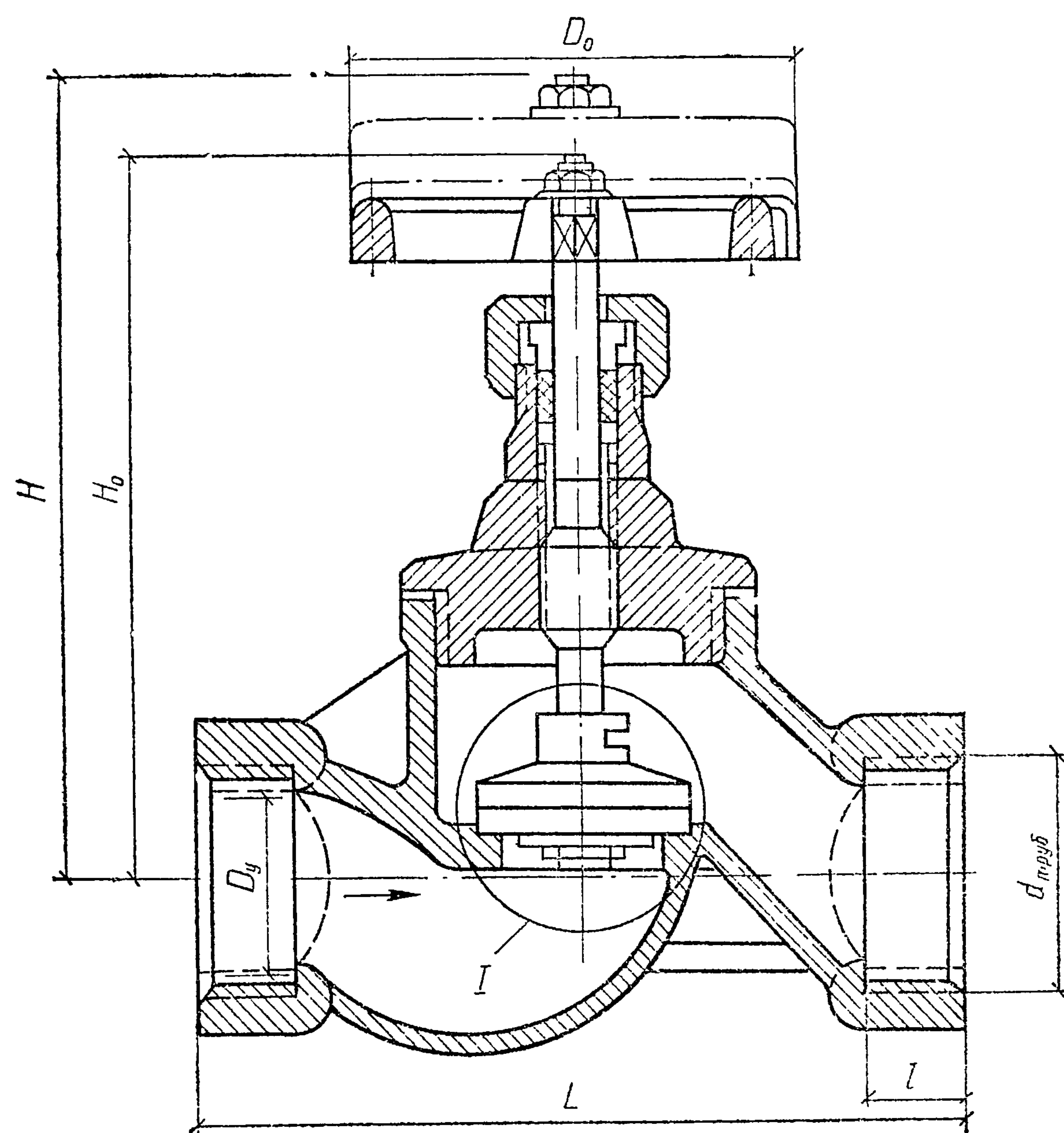


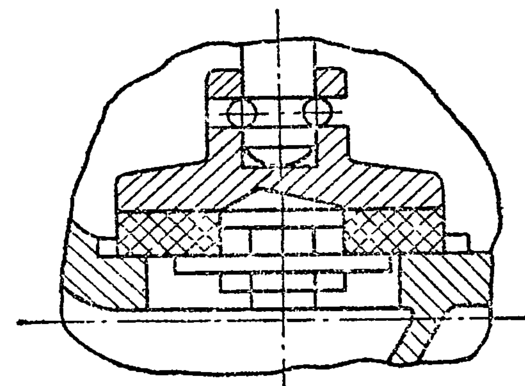
Условный проход $D_у$, мм	L	D	D_1	D_2	d	b	H	H_0	D_0		n, шт.	Масса, не более
									15ч9к, 15ч9р	15ч9бр		
25	120	115	85	68	14	16	148	137	80	100	4	3,6
32	140	135	100	78	18	18	152	138	80	100	4	5,5
40	170	145	110	88	18	18	177	162	100	120	4	7,65
50	200	160	125	102	18	20	190	170	120	140	4	10,3

Вентили запорные муфтовые из ковкого чугуна с крышкой на резьбе 15кч18к, 15кч18р, 15кч18п, 15кч18бр по ГОСТ 11465—65

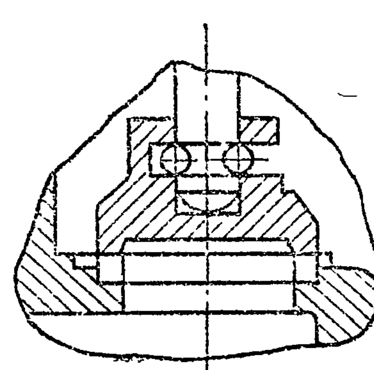
ТАБЛИЦА VIII

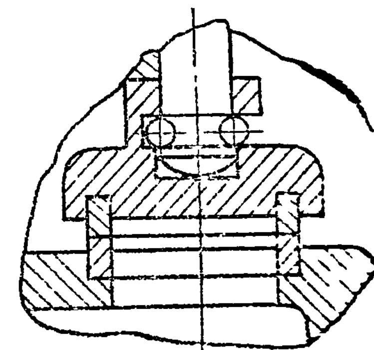
ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, И МАССА, кг, ВЕНТИЛЕЙ ЗАПОРНЫХ МУФТОВЫХ





Исполнение Г(бр)
для $D_у$ 15, 20 и 25 мм для $D_у$ 32–50 мм





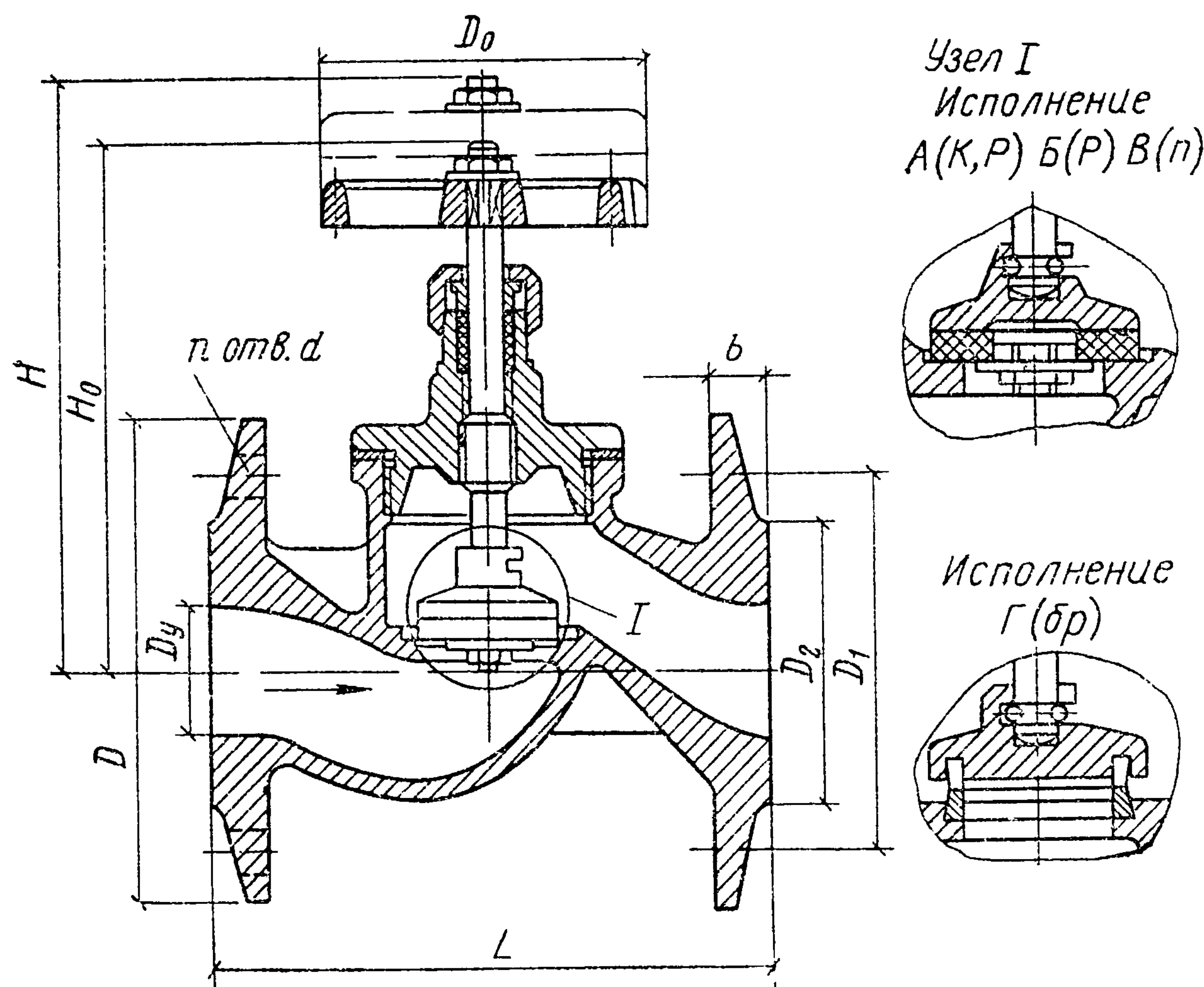
Условный проход $D_у$, мм	$d_{труб}$, дюймы	L	l	H	H_0	D_0 15кч18к	D_0 15кч18п, 15кч18бр	Величина скида	Масса, не более
15	1/2	90	14	115	110	50	65	67	0,7
20	3/4	100	16	118	112	50	80	74	0,9
25	1	120	16	147	136	80	100	91	1,4
32	1 1/4	140	18	150	137	80	100	107	2,1
40	1 1/2	170	20	176	162	100	120	133	3,7
50	2	200	22	190	170	120	140	159	5

Примечание. Вентили 15кч18к применяются для воды при температуре до 50 °С на $P_у$ 10 кгс/см²; вентили 15кч18р — для воды и топливного газа при температуре до 50 °С на $P_у$ 10 кгс/см²; вентили 15кч18п — для воды и пара при температуре до 200 °С на $P_у$ 16 кгс/см²; вентили 15кч18бр — для воды и пара при температуре до 225 °С на $P_у$ 16 кгс/см².

Вентили запорные фланцевые из ковкого чугуна с крышкой на резьбе 15кч19к, 15кч19р, 15кч19п, 15кч19бр по ГОСТ 11466—65

ТАБЛИЦА VII 6

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, и МАССА, кг, ВЕНТИЛЕЙ ЗАПОРНЫХ ФЛАНЦЕВЫХ



Условный проход, D_y, мм	L	D	D_1	D_2	d	H	H_0	b	D_0		n, шт.	Масса
									15кч19к, 15кч19р	15кч19п, 15кч19бр		
25	120	115	85	68	14	147	136	14	80	100	4	2,7
32	140	135	100	78	18	150	137	15	80	100	4	4,3
40	170	145	110	88	18	176	162	15	100	120	4	5,8
50	200	160	125	102	18	190	170	17	120	140	4	8

Примечание. Вентили 15кч19к применяются для воды при температуре до 50° С на P_y 10 кгс/см²; вентили 15кч19р — для воды и топливного газа при температуре до 50° С на P_y 10 кгс/см²; вентили 15кч19п — для воды и пара при температуре до 200° С на P_y 16 кгс/см²; вентили 15кч19бр — для воды и пара при температуре до 225° С на P_y 16 кгс/см².

ПРИЛОЖЕНИЕ VIII

Задвижки

Задвижки параллельные с выдвижным шпинделем чугунные фланцевые на P_y 10 кгс/см² 30ч6бк, 30ч6бр, 30ч906бк, 30ч906бр по ГОСТ 8437—63

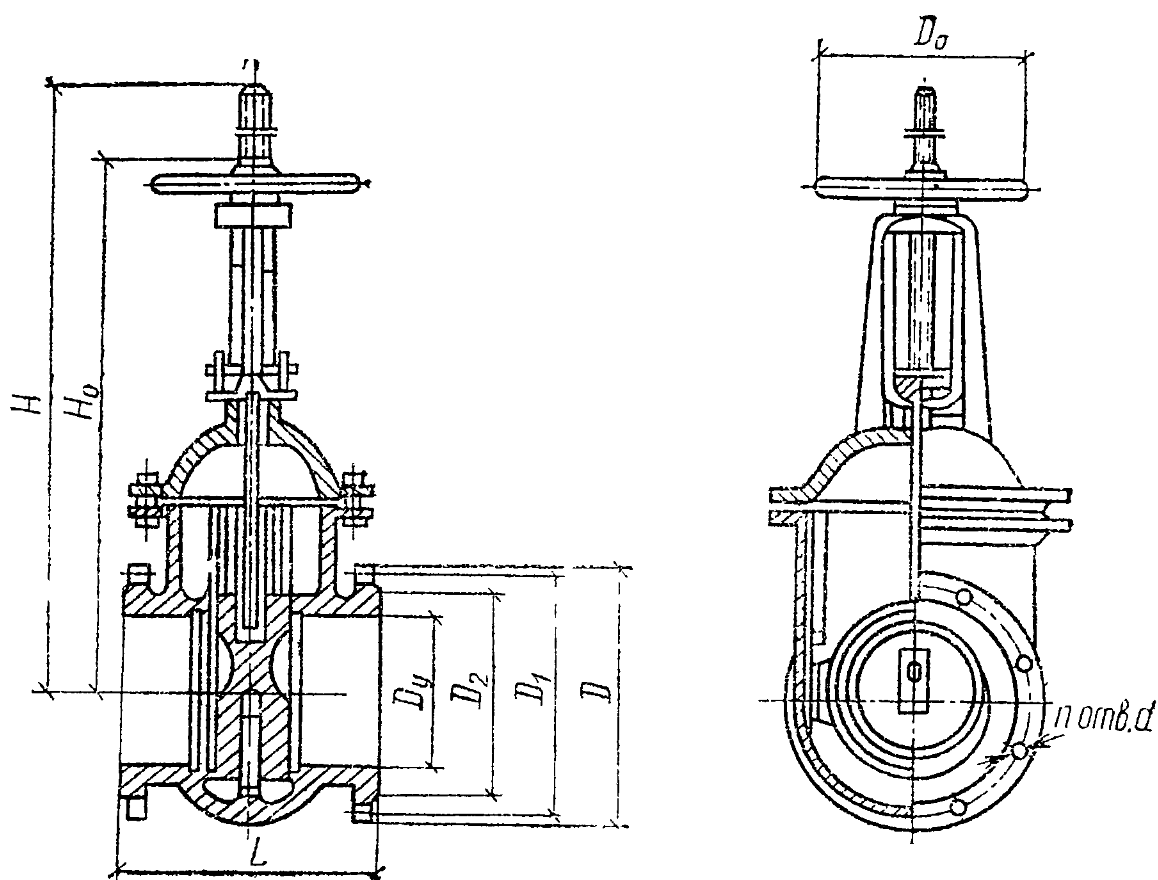


ТАБЛИЦА VIII 1

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, И МАССА, кг, ЗАДВИЖЕК ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ С ВЫДВИЖНЫМ ШПИНДЕЛЕМ

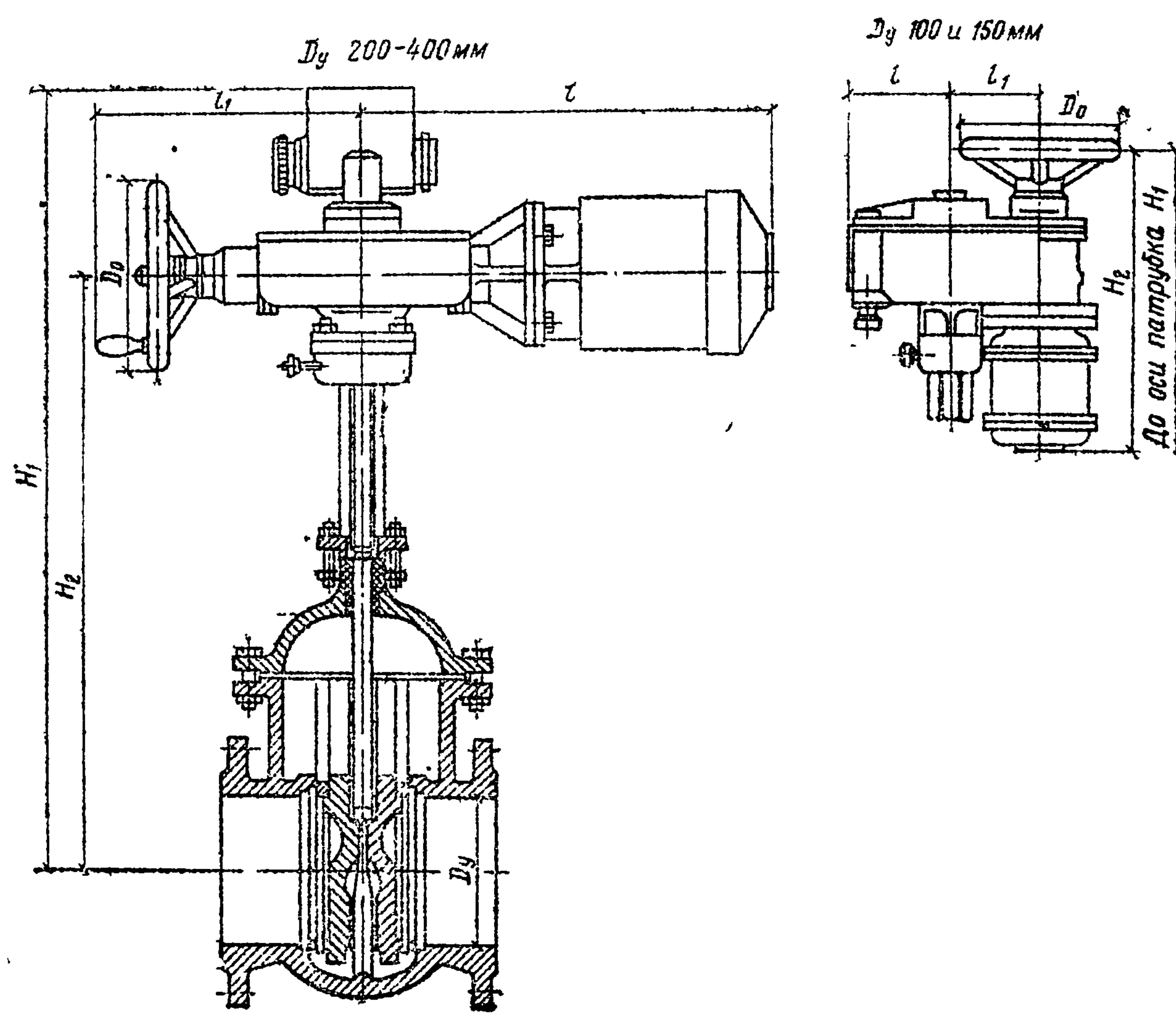
Условный проход, D_y, мм	L	D	D_1	D_2	d	H	H_0	D_0	n, шт.	Масса, не более
50	180	160	125	102	18	350	295	160	4	18,4
80	210	195	160	138	18	440	350	160	4	29
100	230	215	180	158	18	515	405	200	8	39,5
125	225	245	210	188	18	635	495	240	8	58,5
150	280	280	240	212	23	720	560	240	8	174
200	330	335	295	268	23	900	695	280	8	125
250	450	390	350	320	23	1090	830	320	12	179
300	500	440	400	370	23	1285	975	360	12	253

Примечание. Задвижки 30ч6бк и 30ч906бк применяются без уплотнительных колец для нефти и других маслянистых жидкостей при температуре до 90 °С; задвижки 30ч6бр и 30ч906бр с латунными уплотнительными кольцами — для воды и пара при температуре до 225 °С.

Задвижки параллельные с выдвижным шпинделем чугунные фланцевые на $P_у$ 10 кгс/см² 30ч6бк, 30ч6бр, 30ч906бк, 30ч906бр по ГОСТ 8437—63

ТАБЛИЦА VIII.2

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, ТИПЫ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ И МАССА, кг, ЗАДВИЖЕК ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ С ВЫДВИЖНЫМ ШПИНДЕЛЕМ



Условный проход $D_у$, мм	l	l_1	D_0	H_1	H_2	Масса	Электродвигатель			
							тип	мощность, кВт	частота вращения, об/мин	напряжение, В
100	405	150	200	685	405	75	АОЛ-11-2Ф2	0,18	2800	220/380
150	405	150	200	805	405	112	АОЛ-11-2Ф2	0,18	2800	
200	460	468	240	1050	780	190	АОС2-11-4	0,6	1320	
250	460	468	240	1185	915	242	АОС2-11-4	0,6	1320	220/380
300	495	468	240	1340	1070	312	АОС2-21-4	1,3	1320	

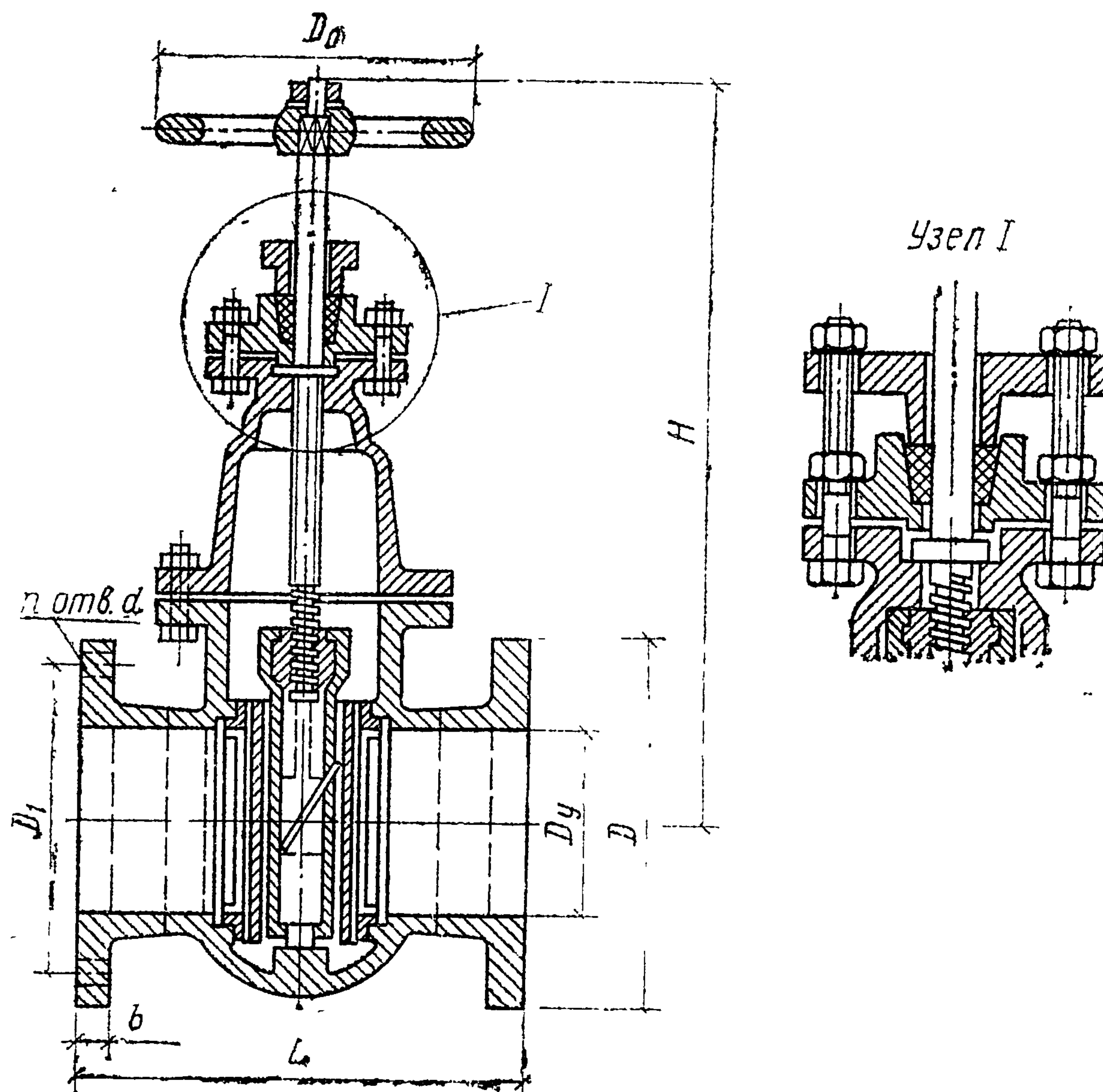
Примечания: 1. Задвижки 30ч6бк и 30ч6бр могут устанавливаться в любом рабочем положении, кроме положения «маховиком вниз».

2. Задвижки 30ч906бк и 30ч906бр устанавливаются на горизонтальном трубопроводе электроприводом вертикально вверх. Допускается установка на горизонтальном трубопроводе в положение «на ребро» и на вертикальном трубопроводе в положение «плашмя» при условии смазывания червячной пары и шарикоподшипников густой смазкой и устройства дополнительной опоры под электроприводом.

Задвижки параллельные с невыдвижным шпинделем фланцевые чугунные с маховиком на $P_у$ 10 кгс/см² типа МТР

ТАБЛИЦА VIII.3

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, И МАССА, кг, ЗАДВИЖЕК ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ С НЕВЫДВИЖНЫМ ШПИНДЕЛЕМ



Условный проход, $D_у$, мм	L	D	D_1	d	b	H	D_0	n, шт.	Масса
50	165	165	125	18	20	278	150	4	21
80	275	200	160	18	22	416	200	4	41
100	300	220	180	18	22	470	200	4	51,4
150	350	285	240	22	25	564	250	8	87
200	400	340	295	22	28	700	280	8	148
250	450	395	350	22	30	830	330	12	220
300	500	445	400	22	32	925	380	12	280

Примечание. Задвижки параллельные применяются на трубопроводах для холодной воды при температуре до 30 °С.

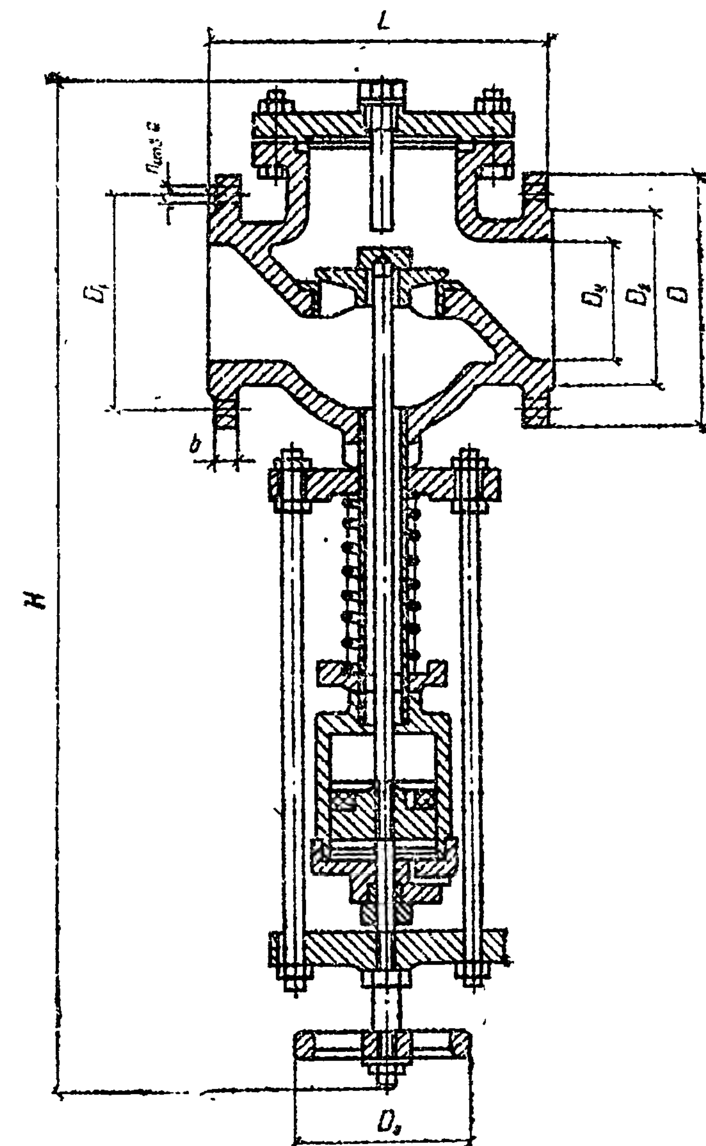
ПРИЛОЖЕНИЕ IX

Клапаны

Клапаны редукционные пружинные фланцевые чугунные на $P_у$ 16 кгс/см² 18ч2бр

ТАБЛИЦА IX.1

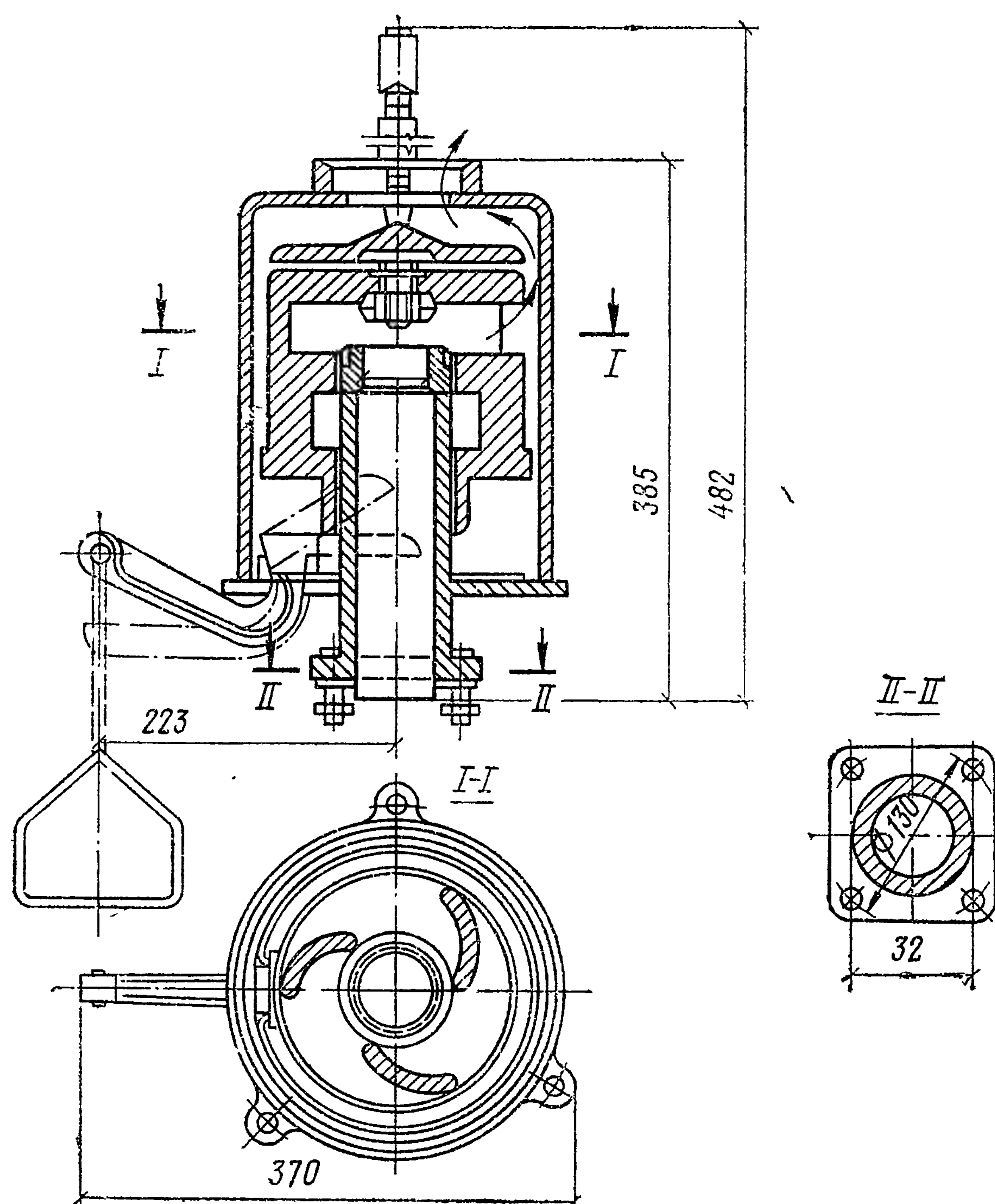
ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, И МАССА, кг, КЛАПАНОВ РЕДУКЦИОННЫХ ПРУЖИННЫХ ФЛАНЦЕВЫХ



Условный проход $D_у$, мм	Проходное сечение, см²	L	D	D_0	D_1	D_2	b	d	H	n, шт	Масса, не более
25	2	135	115	65	85	68	14	14	352	4	7
50	5,3	200	160	100	125	102	17	18	508	4	18
80	13,2	260	195	120	160	138	19	18	745	4	45
100	23,5	300	215	140	180	158	21	18	820	8	70
125	36,8	350	245	200	210	188	23	18	946	8	94
150	52,2	400	280	200	240	212	25	23	1065	8	123

Примечание. Применяются в установках и трубопроводных системах для понижения и поддержания за клапаном пониженного давления пара при температуре до 225 °С.

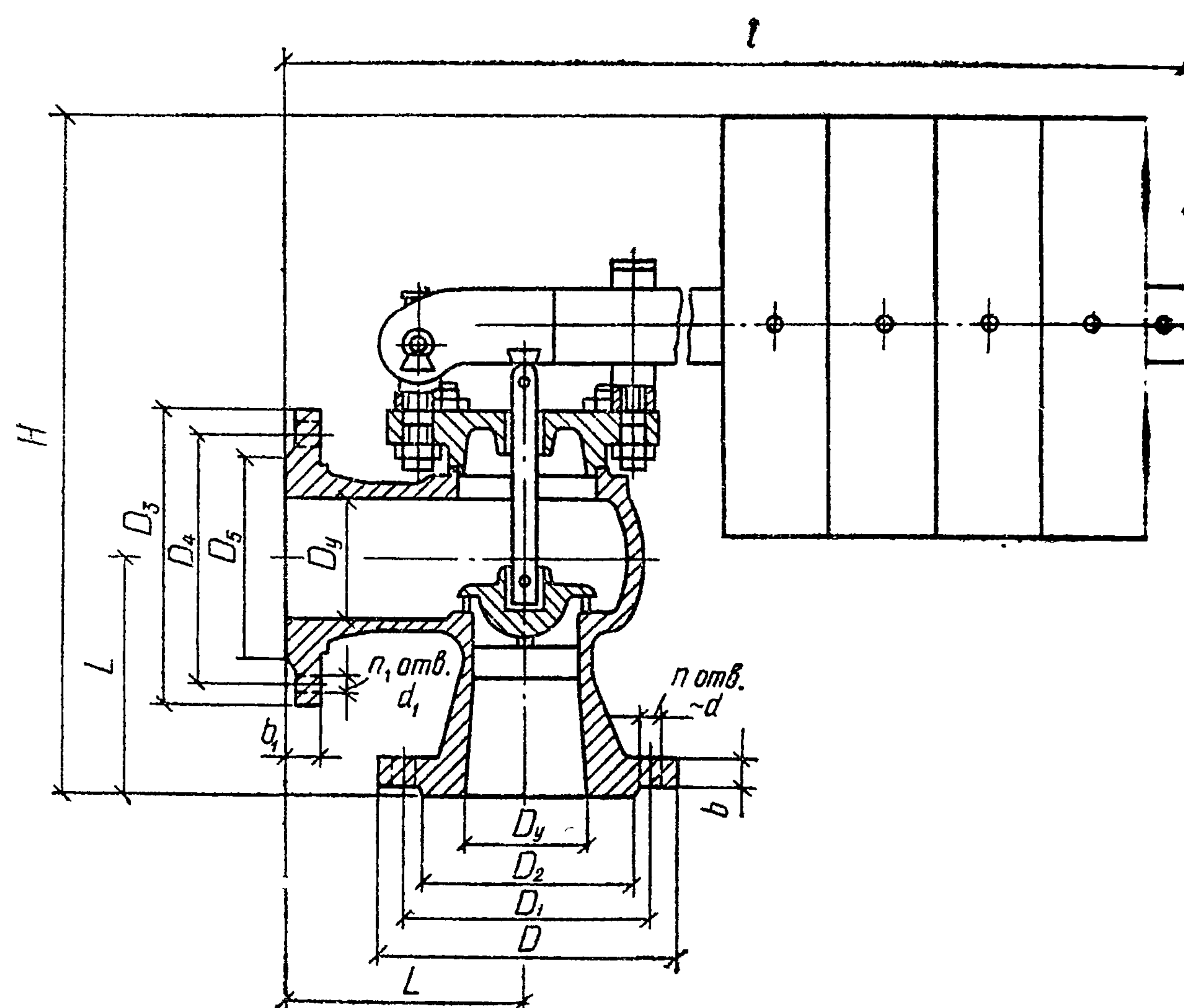
Клапан предохранительный самопритирающийся КСШ-0,7-810 массой 40 кг на $P_у$ 0,7 кгс/см² с проходом в седле клапана диаметром 52 мм и пропускной способностью (по пару) 810 кг/ч при давлении пара в котле 0,8 кгс/см²



Клапаны предохранительные рычажно-грузовые малоподъемные фланцевые чугунные на $P_у$ 16 кгс/см² 17ч3бр по ГОСТ 5335—59

ТАБЛИЦА IX.

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, И МАССА, кг, КЛАПАНОВ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ РЫЧАЖНО-ГРУЗОВЫХ МАЛОПОДЪЕМНЫХ ФЛАНЦЕВЫХ



Условный проход $D_у$, мм	L	l	D	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	b	b_1	d	d_1	H	n, шт.	n_1, шт.	Масса (без грузов), не более
25	85	480	115	85	68	100	75	60	16	14	14	12	265	4	4	6
40	115	635	145	110	88	130	100	80	18	16	18	14	360	4	4	12,6
50	125	745	160	125	102	140	110	90	20	16	18	14	375	4	4	15,2
80	155	935	195	160	138	185	150	128	22	18	18	18	470	8	4	27
100	175	1135	215	180	158	205	170	148	24	18	18	18	500	8	4	43

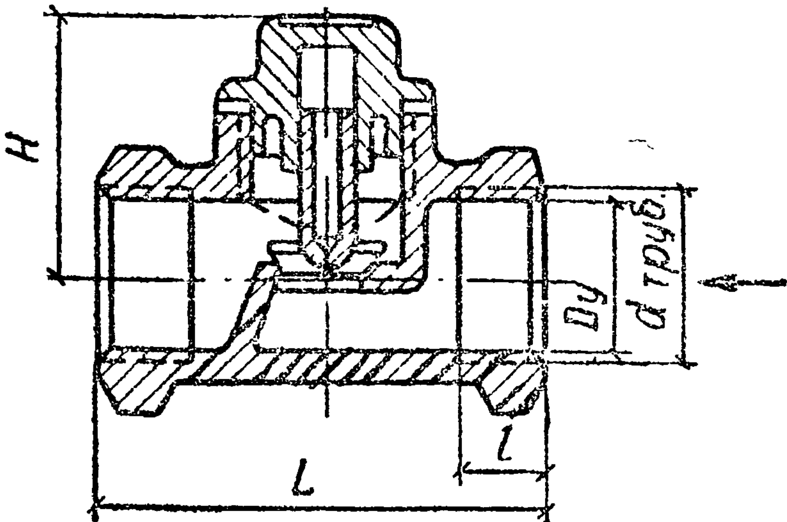
ПРИЛОЖЕНИЕ X

Клапаны обратные

Клапан обратный подъемный муфтовый латунный на $P_у$ 16 кгс/см² 16Б1бк по ГОСТ 12677—67

ТАБЛИЦА X.1

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, И МАССА, кг, КЛАПАНОВ ОБРАТНЫХ ПОДЪЕМНЫХ МУФТОВЫХ



Условный проход $D_у$, мм	$d_{труб}$, дюймы	L	l	H	Величина скида	Масса, не более
15	1/2	55	12	38	32	0,23
20	3/4	65	14	42	39	0,37
25	1	80	16	42	51	0,5
40	1 1/2	110	20	70	73	1,43
50	2	130	22	80	89	2

Примечание. Клапан обратный подъемный муфтовый применяется для предотвращения обратного потока среды в трубопроводах для воды и пара при температуре до 225 °С.

Клапаны обратные подъемные из серого чугуна на $P_у$ 10 и 16 кгс/см² 16ч3р, 16ч3бр, 16ч6р, 16ч6бр по ГОСТ 11816—66

ТАБЛИЦА X.2

ИСПОЛНЕНИЕ И НАЗНАЧЕНИЕ КЛАПАНОВ ЧУГУННЫХ

Исполнение по ГОСТ	Условное обозначение по ЦКБА	Условное давление $P_у$, кгс/см²	Материал уплотнения затвора: в корпусе	Материал уплотнения затвора: в золотнике	Основная рабочая среда	Температура среды, °С
А	16ч3р 16ч6р	10	Чугун	Резина или кожа	Вода	50
Б	16ч3бр 16ч6бр	16	Латунь		Вода, пар	225

ТАБЛИЦА X.3

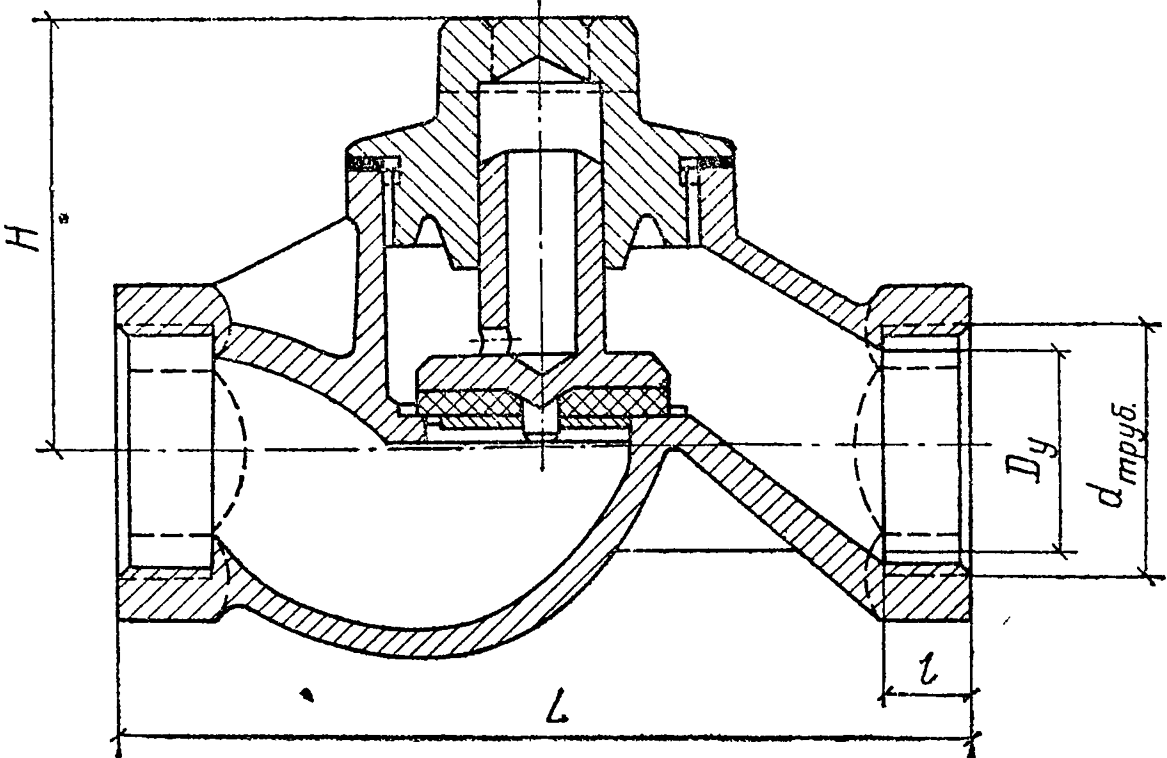
ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, И МАССА, кг, КЛАПАНОВ ОБРАТНЫХ ПОДЪЕМНЫХ

Обозначение по ЦКБА	Условный проход $D_у$, мм	L	D	D_1	D_2	d	b	H	n, шт., при $P_у$, кгс/см²: 10	n, шт., при $P_у$, кгс/см²: 16	Масса
16ч3р и 16ч3бр	С крышкой на резьбе										
	25	120	115	85	68	14	16	70	4	4	3
	32	140	135	100	78	18	18	75	4	4	5
	40	170	145	110	88	18	18	95	4	4	7
	50	200	160	125	102	18	20	105	4	4	9,4
16ч6р и 16ч6бр	С крышкой на шпильках										
	70	290	180	145	122	18	20	145	4	4	18
	80	310	195	160	138	18	22	155	4	8	23,5
	100	350	215	180	158	18	24	180	8	8	35,5
	125	400	245	210	188	18	26	220	8	8	58
	150	480	280	240	212	23	28	250	8	8	74

Клапаны обратные подъемные муфтовые из ковкого чугуна на $P_у$ 10 кгс/см² 16кч11р по ГОСТ 11817—66

ТАБЛИЦА X.4

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, И МАССА, кг, КЛАПАНОВ ОБРАТНЫХ ПОДЪЕМНЫХ МУФТОВЫХ



Продолжение табл. X.4

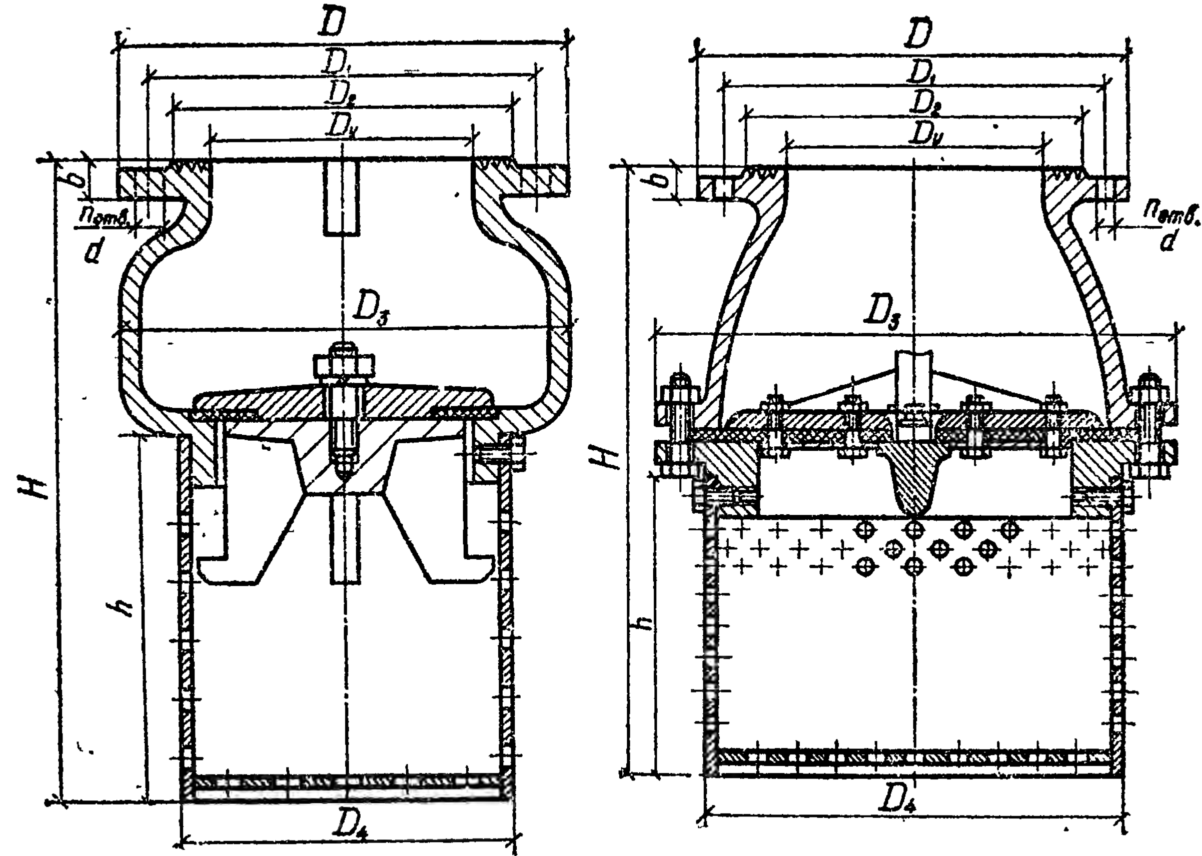
Условный проход $D_у$, мм	$d_{труб}$, дюймы	L	l	H	Величина скида	Масса
15	1/2	90	12	55	71	0,5
20	3/4	100	14	60	77	0,8
25	1	120	16	65	91	1
32	1 1/4	140	18	75	107	1,8
40	1 1/2	170	20	90	133	3
50	2	200	22	100	159	4

Примечание. Рабочая среда с температурой 50 °С.

Клапан обратный приемный с сеткой фланцевый чугунный на $P_у$ 2,5 кгс/см² 16ч42р по ГОСТ 10371—63

ТАБЛИЦА X.5

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, И МАССА, кг, КЛАПАНОВ ОБРАТНЫХ ПРИЕМНЫХ С СЕТКОЙ ФЛАНЦЕВЫХ



Условный проход $D_у$ мм	D	D_1	D_2	d	b	H	h	D_3	D_4	n, шт.	Масса, не более
50	140	110	90	14	13	160	84	140	85	4	4
80	185	150	128	18	15	230	120	185	120	4	8,5
100	205	170	148	18	15	280	156	205	140	4	11,5

Продолжение табл. X.5

Условный проход $D_у$, мм	D	D_1	D_2	d	b	H	h	D_3	D_4	n, шт.	Масса, не более
150	260	225	202	18	17	390	216	260	200	8	22
200	315	280	258	18	19	480	274	315	265	8	43
250	370	385	312	18	20	570	290	470	370	12	100
300	435	395	365	23	20	660	344	555	440	12	155

Примечание. Применяется в насосных установках для воды, нефти и других жидких неагрессивных сред при температуре до +50° С для предотвращения обратного потока среды и предварительного заполнения всасывающей трубы.

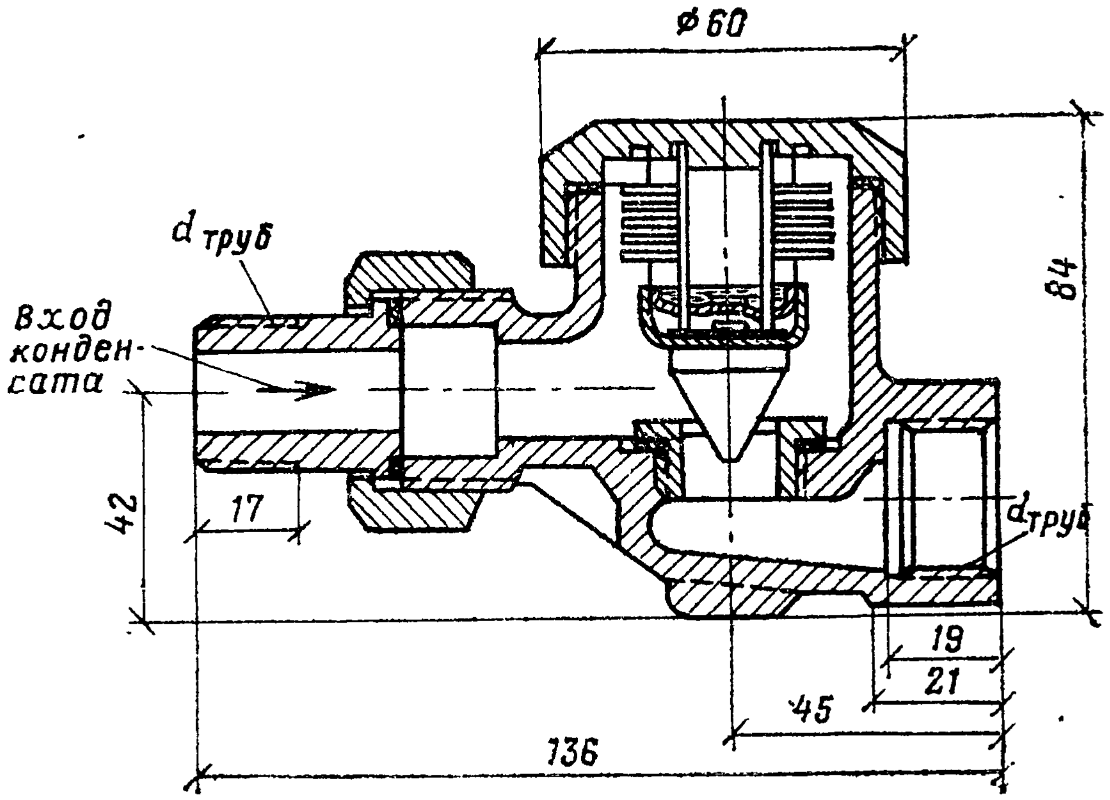
ПРИЛОЖЕНИЕ XI

Конденсатоотводчики

Конденсатоотводчики термостатические типа 45кч6бр

ТАБЛИЦА XI.1

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ КОНДЕНСАТООТВОДЧИКОВ ТИПА 45кч6бр



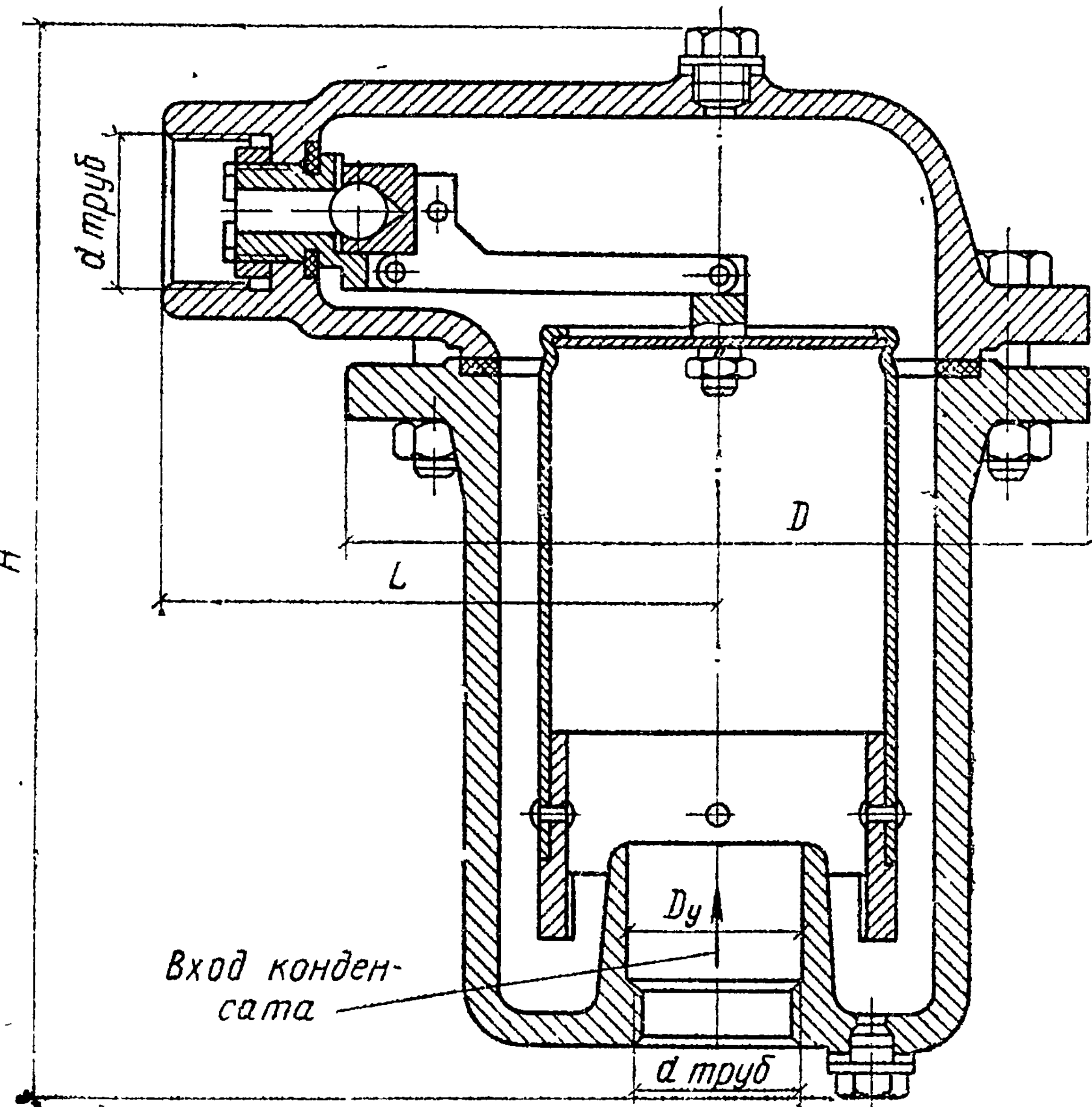
Условный проход $D_у$, мм	$d_{труб}$, дюймы	Давление, кгс/см²: условное $P_у$	пробное $P_{пр}$	рабочее $P_р$ при $t=160°$ С	Коэффициент пропускной способности K_v макс, т/ч	Масса, кг
15	1/2	6	24	6	0,63	0,81
20	3/4				0,8	0,82

Примечание. Конденсатоотводчики изготовляют в обычном (45кч6бр) и тропическом (45кч6брт) исполнении.

Конденсатоотводчики с опрокинутым поплавком муфтовые типов 45ч9нж1—45ч9нж12

ТАБЛИЦА XI.2

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, И МАССА, кг, КОНДЕНСАТООТВОДЧИКОВ ТИПОВ 45ч9нж1—45ч9нж12



Продолжение табл. XI.2

Условный проход, $D_у$, мм	$d_{труб}$, дюймы	L	D	H	Масса, кг
20	3/4	115	182	260	9,8
25	1	115	182	260	9,8
32	1 1/4	160	215	300	17,2
40	1 1/2	160	215	300	17,2
50	2	170	230	315	22,6

Примечания: 1. Конденсатоотводчики типа 45ч9нж следует применять только до освоения промышленностью выпуска модернизированных конденсатоотводчиков типа 45ч9кжм.

2. Конденсатоотводчики рассчитаны на давление, кгс/см²:

условное $P_у$ 16

пробное $P_{пр}$ 24

рабочее $P_р$ при t, °C:

120 16

200 15

250 14

ТАБЛИЦА XI.3

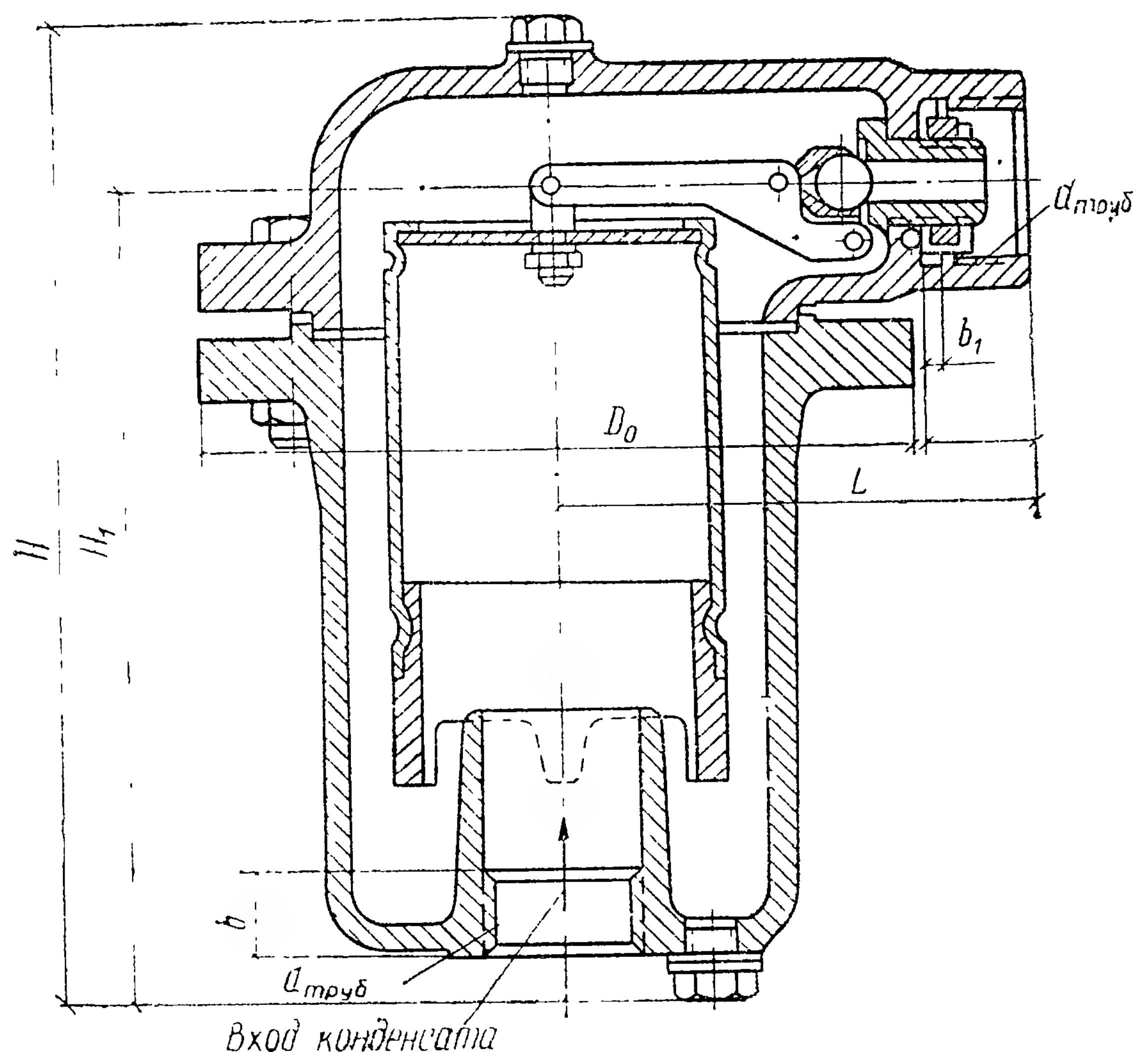
ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ КОНДЕНСАТООТВОДЧИКОВ 45ч9нж1—45ч9нж12

Условный проход $D_у$, мм	Условное обозначение	№ седла	Диаметр отверстия в седле, мм	Максимальный перепад давления ΔP_1, кгс/см²	Максимальная пропускная способность по холодной воде Q, т/ч	Коэффициент пропускной способности по холодной воде $K_{v\,макс}$, т/ч
20 и 25	45ч9нж1	1	9	1,5	2,4	1,97
	45ч9нж2	2	6	4	2,2	1,1
	45ч9нж3	3	4	8	1,5	0,53
	45ч9пж4	4	3	13	1,2	0,34
32 и 40	45ч9нж5	5	14	1,5	6,35	5,2
	45ч9нж6	6	10	4	5,9	2,95
	45ч9нж7	7	7	8	4,1	1,45
	45ч9нж8	8	5,2	13	2,95	0,82
50	45ч9нж9	9	20	1,5	7,2	5,9
	45ч9нж10	10	14	4	8,2	4,1
	45ч9пж11	11	10	8	6,9	2,45
	45ч9нж12	12	8	13	6,3	1,75

Конденсатоотводчики с опрокинутым поплавком муфтовые типов 45ч9нж1М — 45ч9нж4М и 45ч9нж1МТ — 45ч9нж4МТ (модернизированные)

ТАБЛИЦА XI.4

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, И МАССА, кг КОНДЕНСАТООТВОДЧИКОВ 45ч9нж1М—45ч9нж4М И 45ч9нж1МТ—45ч9нж4МТ



Условный проход $D_у$, мм	$d_{труб}$, дюймы	L	D_0	b	b_1	H	H_1	Масса, кг
20	3/4	95	165	16	18	200	173	7,5
25	1	106	175	22	25	240	200	8,6
40	1 1/2	140	245	22	33	330	280	16,5
50	2	155	250	24	34	405	351	25

Примечание. Конденсатоотводчики рассчитаны на давление, указанное в примечании 2 к табл. XI.2.

ТАБЛИЦА XI.5

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ КОНДЕНСАТООТВОДЧИКОВ ТИПОВ 45ч9нж1М—45ч9нж4М И 45ч9нж1МТ—45ч9нж4МТ

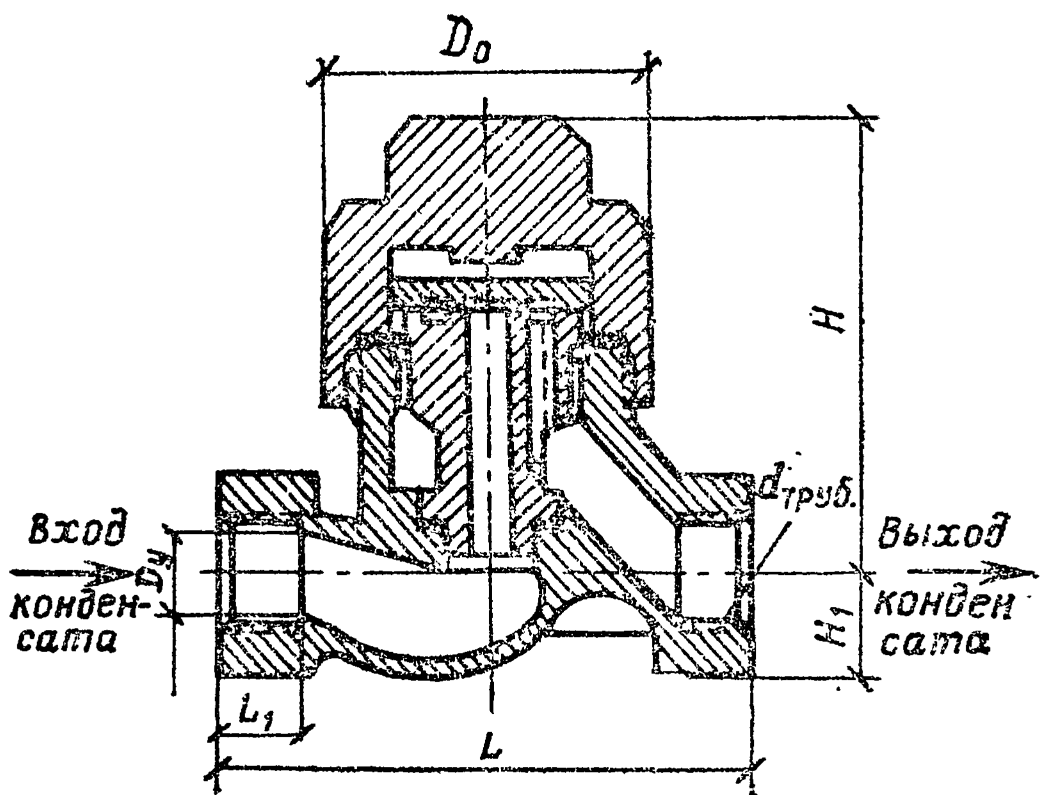
Продолжение табл. XI.5

Условный проход $D_у$, мм	Условное обозначение	№ седла	Диаметр отверстия в седле, мм	Максимальный перепад давления, ΔP_1, кгс/см²	Максимальная пропускная способность по холодной воде Q, т/ч	Коэффициент пропускной способности по холодной воде, $K_{v\,макс}$, т/ч
20	45ч9нж1М 45ч9нж1МТ	1	6	2	1,2	0,85
	45ч9нж2М 45ч9нж2МТ	2	4	4	1	0,5
	45ч9нж3М 45ч9нж3МТ	3	3	8	0,8	0,25
	45ч9нж4М 45ч9нж4МТ	4	2,3	13	0,7	0,2[illegible]
25	45ч9нж1М 45ч9нж1МТ	5	8	2	2,4	1,7
	45ч9нж2М 45ч9нж2МТ	6	6	4	2,2	1,1
	45ч9нж3М 45ч9нж3МТ	7	5	8	1,8	0,64
	45ч9нж4М 45ч9нж4МТ	8	3,2	13	1,4	0,39
40	45ч9нж1М 45ч9нж1МТ	13	14	2	7,4	5,2
	45ч9нж2М 45ч9нж2МТ	14	10	4	5,9	2,95
	45ч9нж3М 45ч9нж3МТ	15	7	8	4,1	1,45
	45ч9нж4М 45ч9нж4МТ	16	5,5	13	3,3	0,92
50	45ч9нж1М 45ч9нж1МТ	17	20	2	8,8	6,2
	45ч9нж2М 45ч9нж2МТ	18	14	4	8,2	4,1
	45ч9нж3М 45ч9нж3МТ	19	10	8	6,9	2,45
	45ч9нж4М 45ч9нж4МТ	20	8	13	6,3	1,75

Конденсатоотводчики термодинамические чугунные муфтовые типа 45ч12нж

ТАБЛИЦА XI.6

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, МАССА, кг, И КОЭФФИЦИЕНТ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ КОНДЕНСАТООТВОДЧИКОВ
45ч12нж



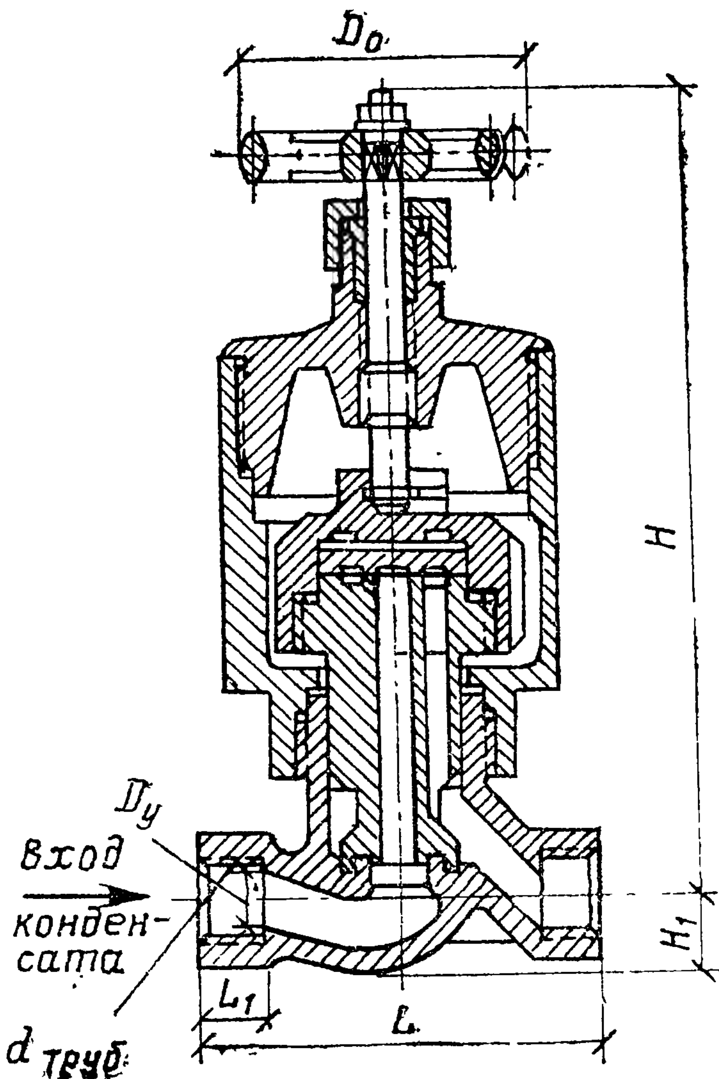
Условный проход $D_у$, мм	$d_{труб}$, дюймы	L	L_1	H	H_1	D_0	Масса	Коэффициент пропускной способности по холодной воде $K_{v\,макс}$, т/ч
15	1/2	90	14	80	17,5	55	1,2	0,8
20	3/4	100	16	80	22,5	65	1,5	1
25	1	120	18	85	28	75	2,1	1,25
32	1 1/4	140	20	100	35	90	4,1	1,6
40	1 1/2	170	22	115	42,5	102	4,8	2
50	2	200	24	140	60	112	6,6	2,5

Примечания: 1. Конденсатоотводчики рассчитаны на давление, указанное в примечании 2 к табл. XI 2.
2. Рабочее давление принимается при температуре 200 °С.

Конденсатоотводчики термодинамические муфтовые чугунные с обводом типа 45ч15нж

ТАБЛИЦА XI.7

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, МАССА, кг, И КОЭФФИЦИЕНТ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ КОНДЕНСАТООТВОДЧИКОВ
45ч15нж



Условный проход $D_у$, мм	$d_{труб}$, дюймы	L	L_1	H	H_1	D_0	Масса	Коэффициент пропускной способности $K_{v\,макс}$, т/ч
15	1/2	90	14	192	18	65	2,45	0,8
20	3/4	100	16	213	22	80	4,05	1
25	1	120	18	250	28	100	6,55	1,25
32	1 1/4	140	20	300	35	100	8,5	1,6
40	1 1/2	170	22	310	45	120	16,7	2
50	2	200	24	335	50	140	17,3	2,5

Примечание. Конденсатоотводчики рассчитаны на давление, указанное в примечании 2 к табл. XI 2.

ПРИЛОЖЕНИЕ XII

Арматура

Водоразборная туалетная и смывная арматура
Кран водоразборный цапковый латунный или бронзовый на $P_у \leq 6$ кгс/см² (по ГОСТ 8906—58)

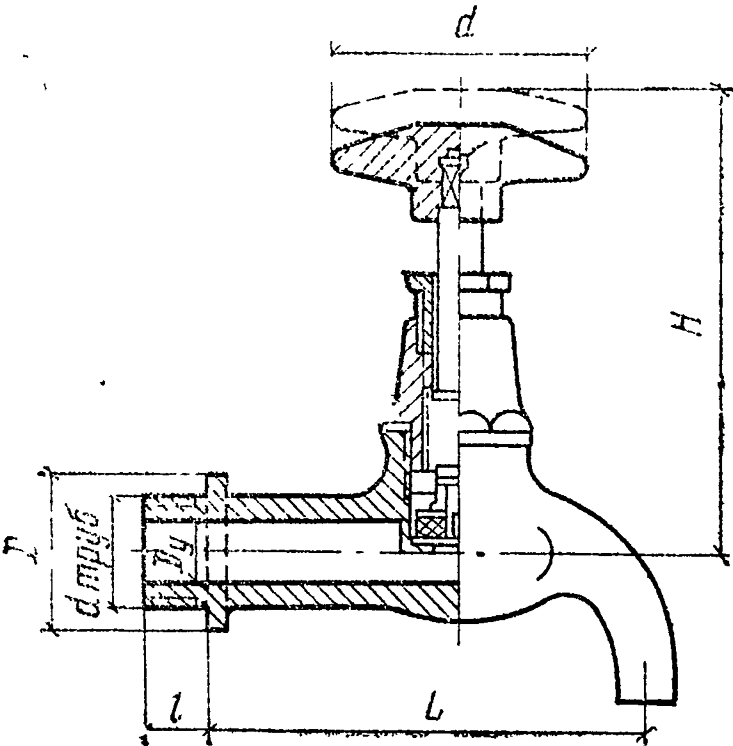


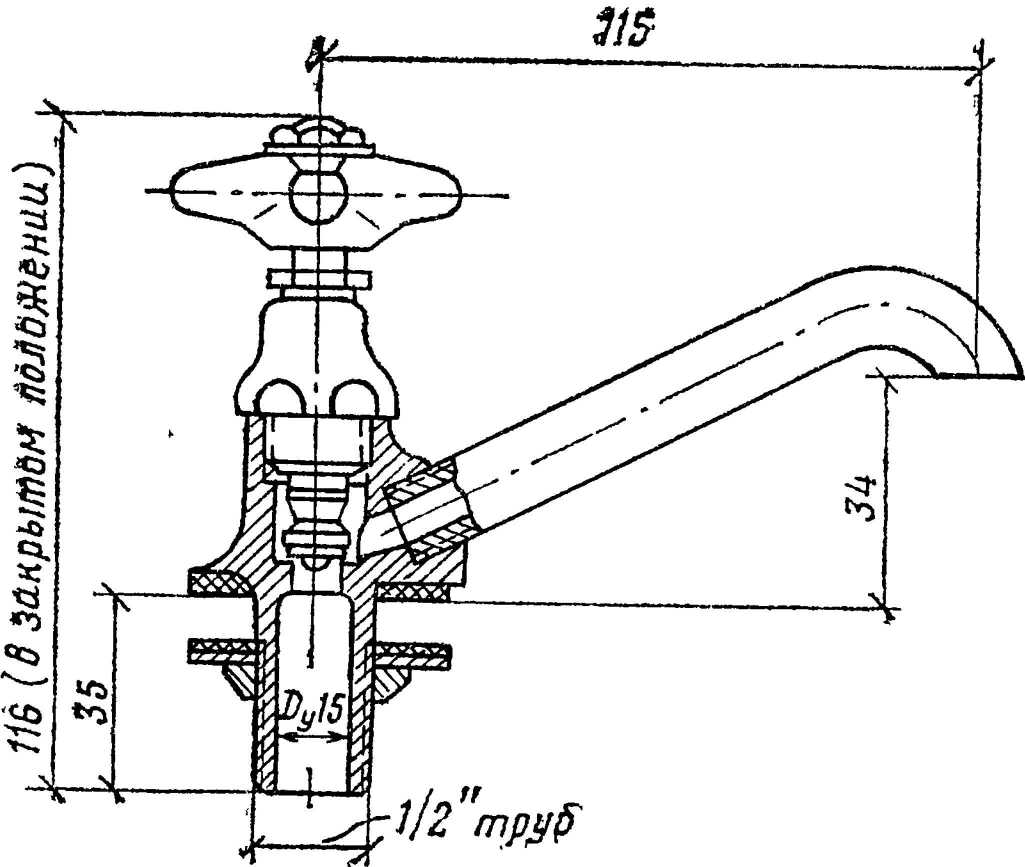
ТАБЛИЦА XII.1

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ КРАНОВ, мм, И МАССА, кг

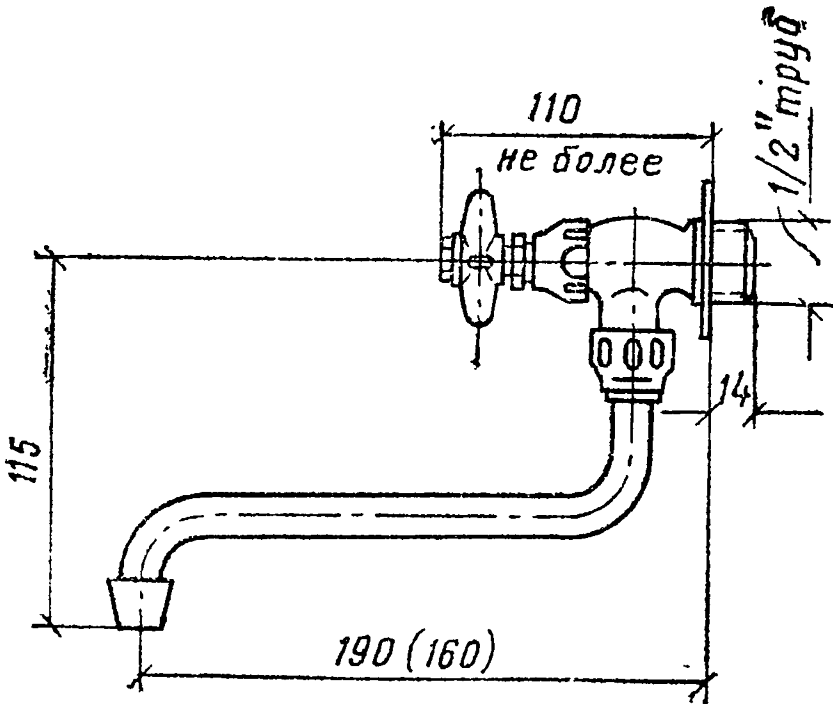
$D_у$, мм	$D_у$ труб, дюймы	L, мм	H (в открытом положении), мм	D, мм	l, мм	d, мм	Масса, кг
15	1/2	90	80	30	13	50	0,3
20	3/4	105	80	35	14	50	0,5

Примечание. Предназначены для установки на трубопроводах для воды с температурой до 50 °С; для трубопроводов горячей воды с температурой до 75 °С краны изготовляют по особому заказу.

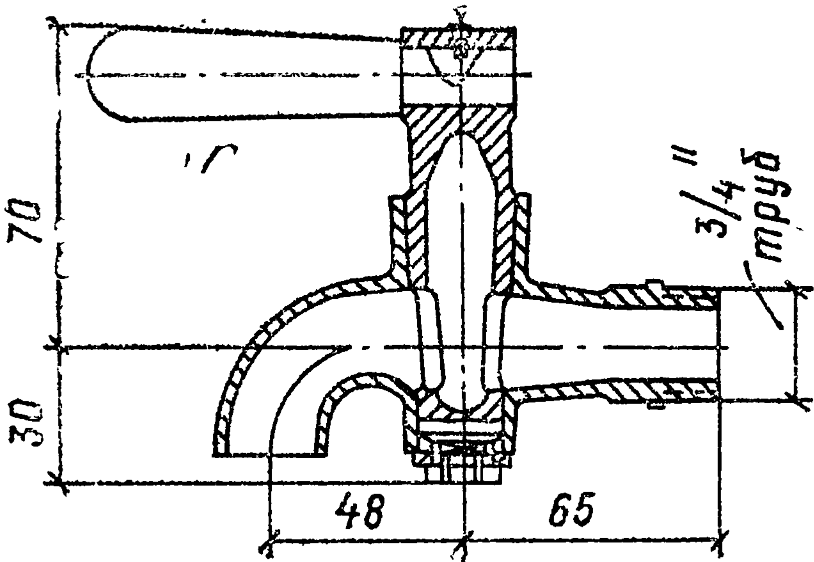
Кран туалетный с нижней подачей воды и жестко закрепленным изливом на $P_у \leq 6$ кгс/см² (масса 0,35 кг) (по ГОСТ 7876—64) для установки на фаянсовых умывальниках для холодной воды — до 50° С)



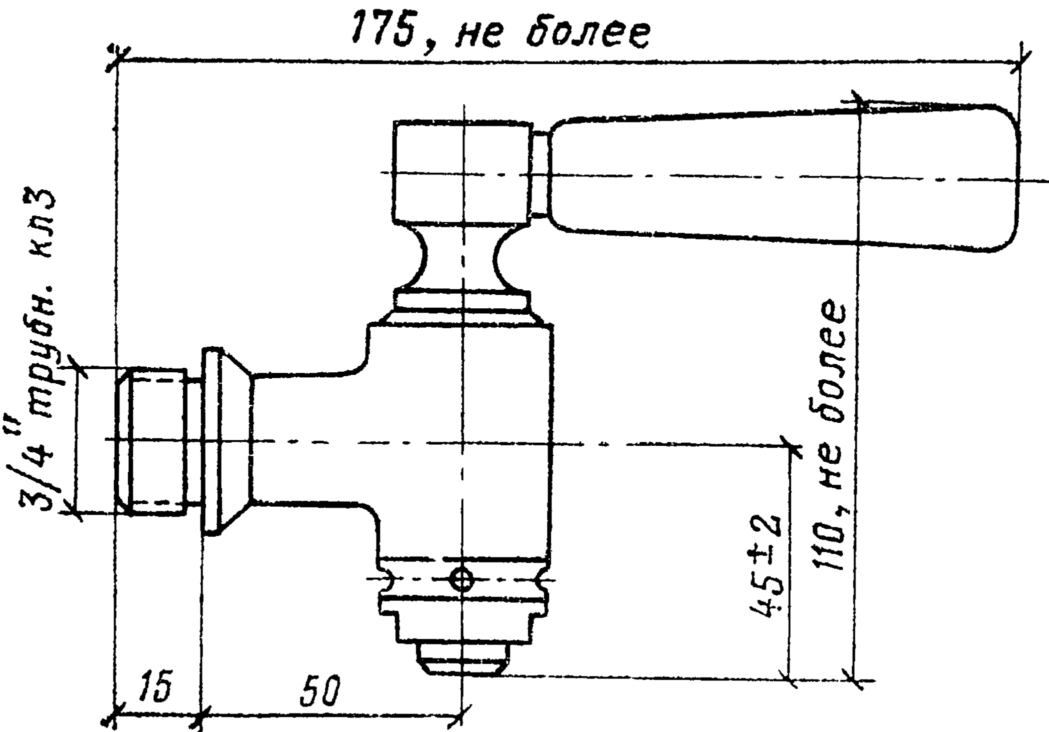
Кран туалетный настенный поворотный на $P_у$ 6 кгс/см² для установки над умывальником на трубопроводе холодной воды — до 50° С (по ГОСТ 9457—60 и ГОСТ 7876—64) (в скобках дан размер малой модели)



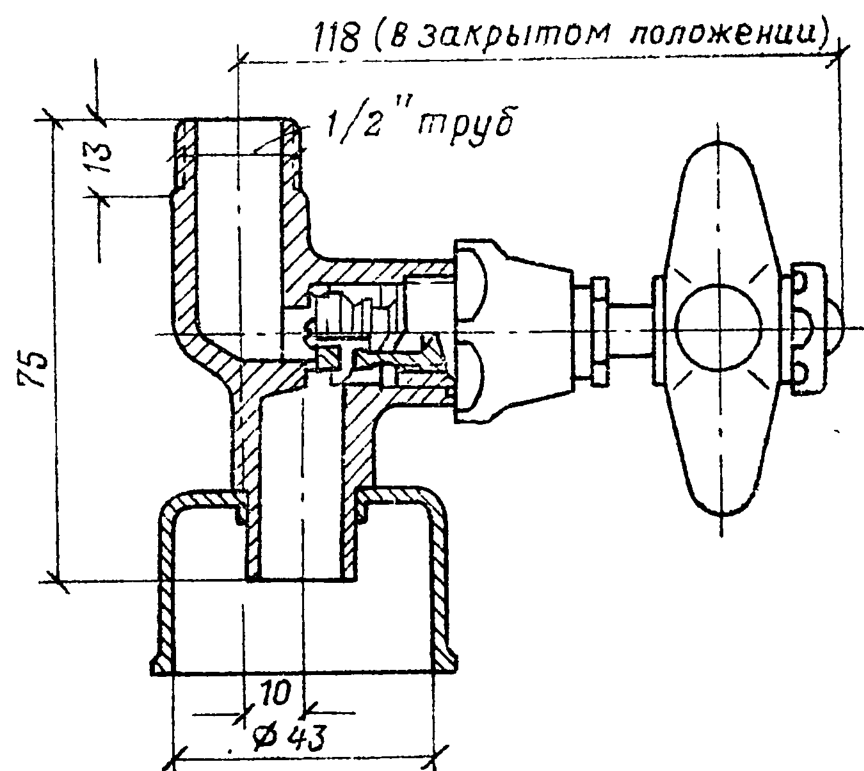
Кран банный (по ГОСТ 6127—52)



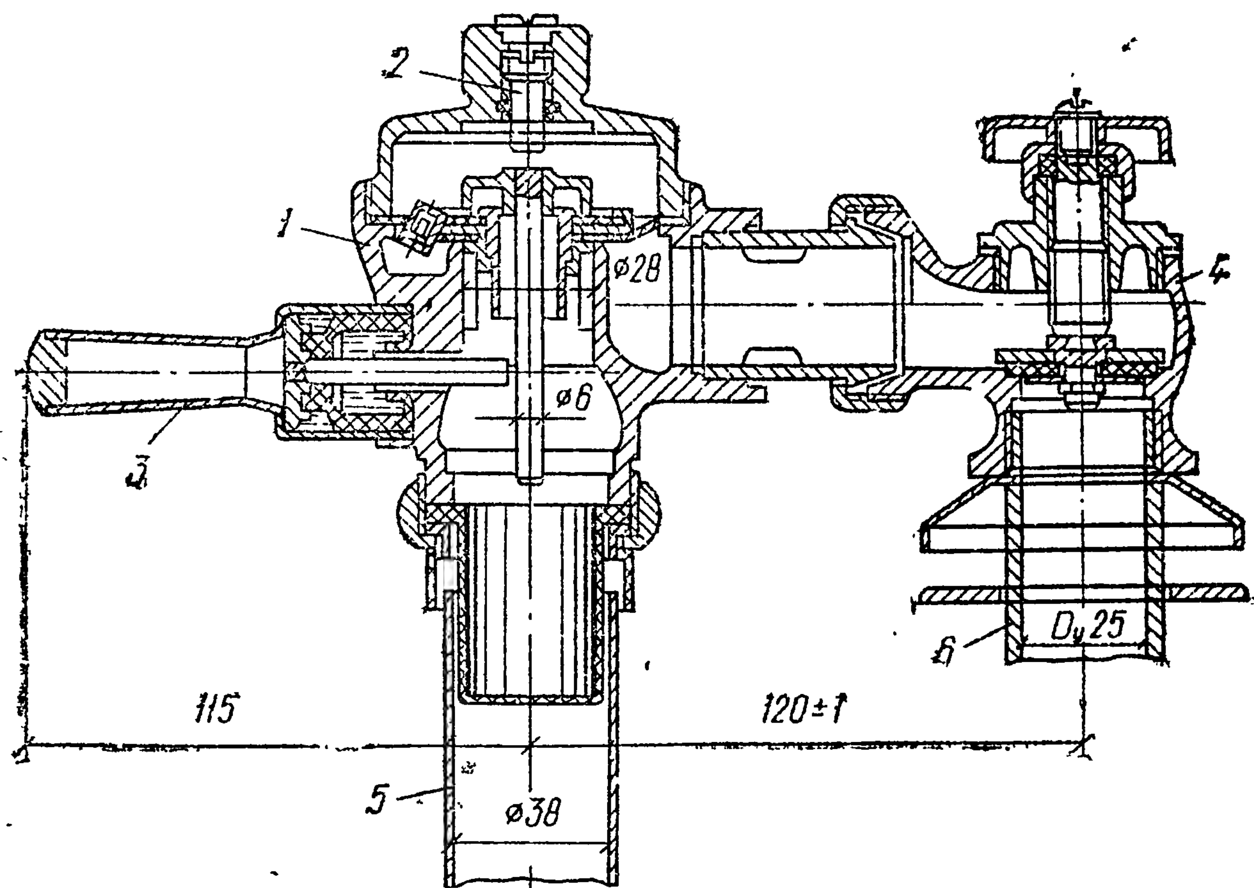
Кран банный бронзовый цапковый



Кран писсуарный типа КП-2, D_y 15 мм (масса 0,33 кг)



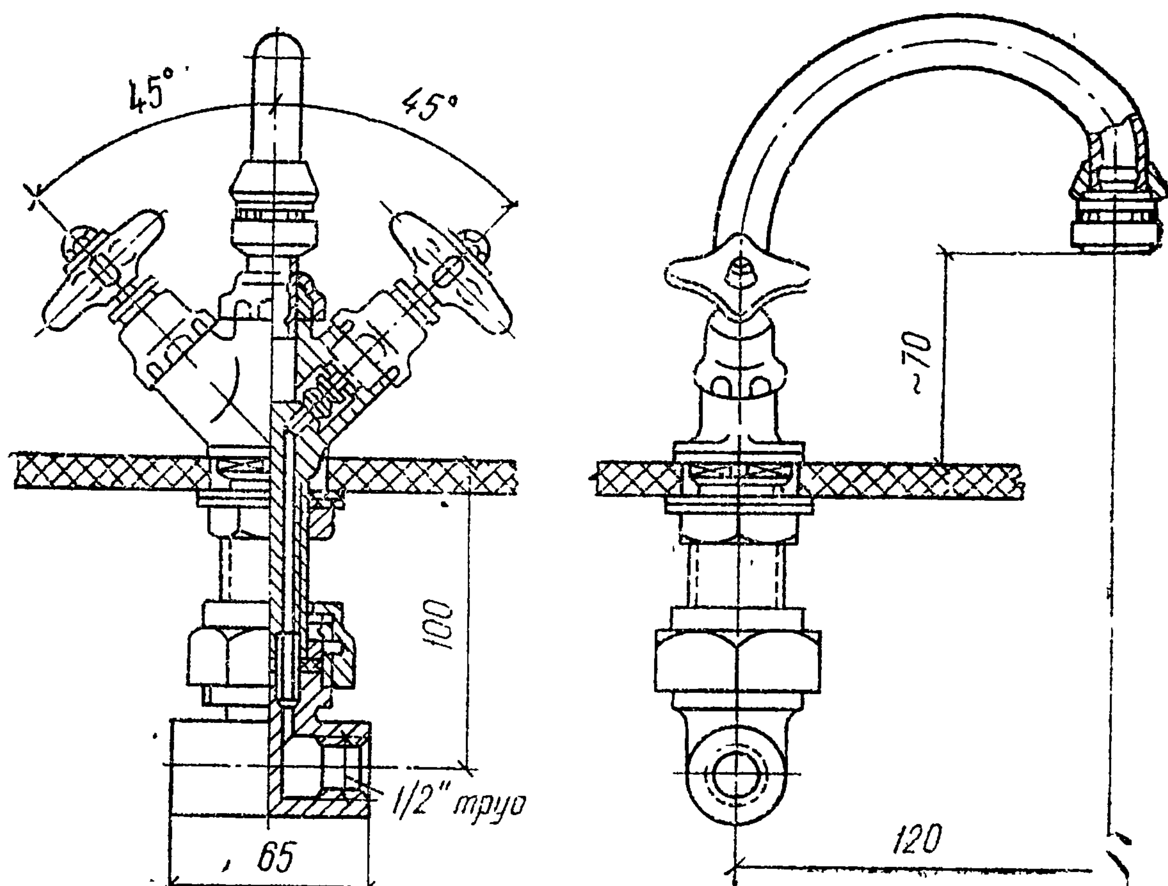
Смывной кран полуавтоматический типа Кр-141 (масса 2,5 кг)



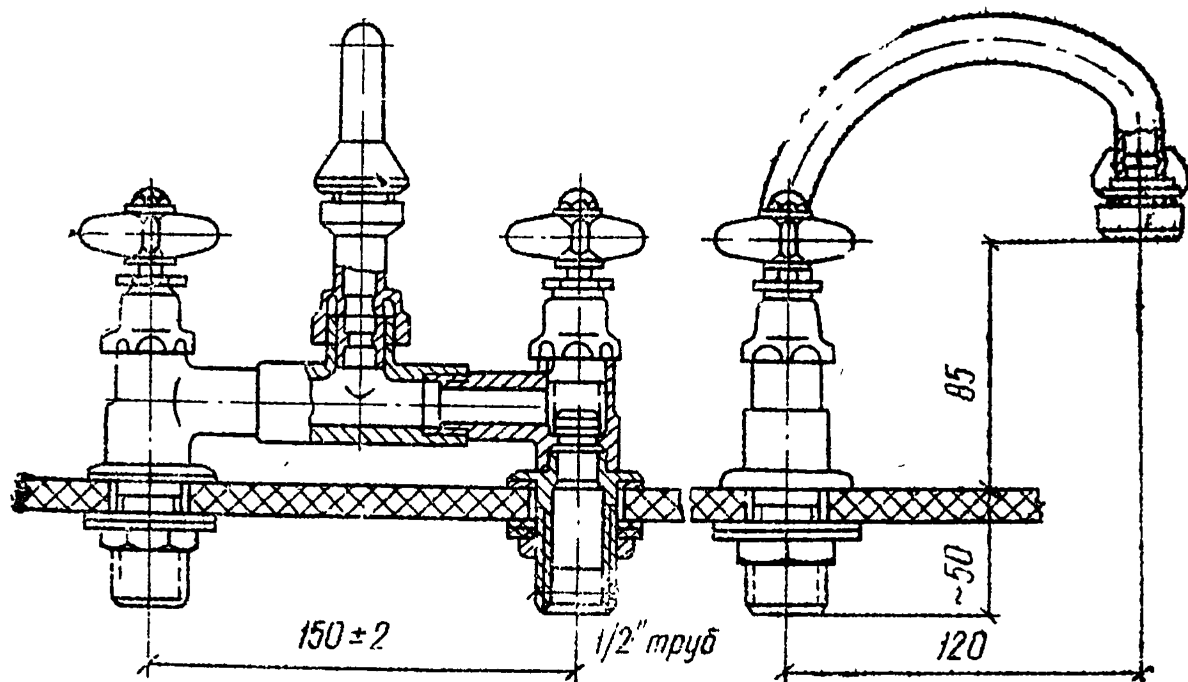
1 — корпус смывного крана; 2 — регулировочный винт; 3 — пусковой рычаг; 4 — угловой вентиль D_y = 25 мм; 5 — смывная латунная никелированная труба (присоединяется к унитазу обычной резиновой муфтой); 6 — труба подводки

Смесительная туалетная арматура

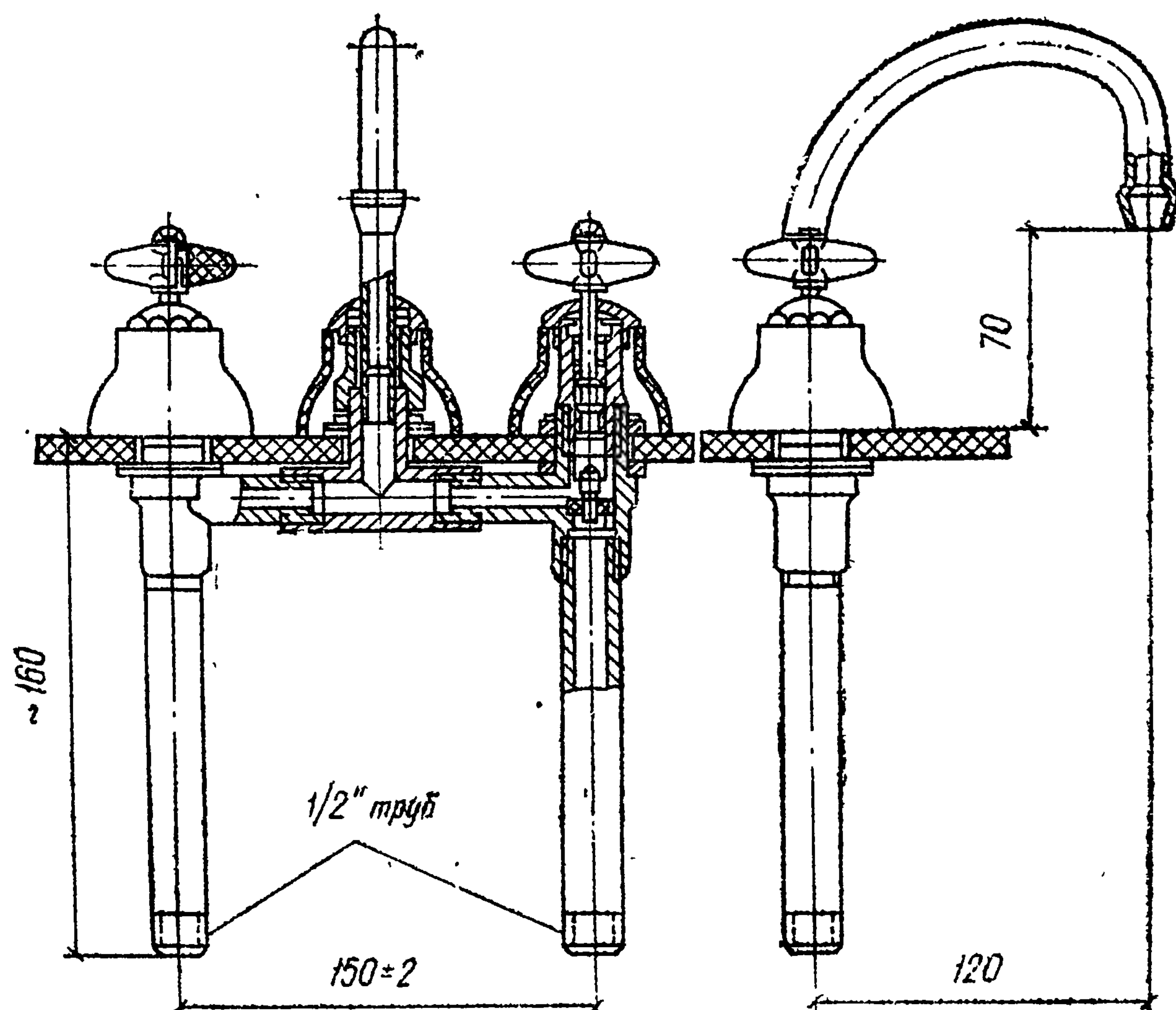
Смеситель типа См-Ум-ВКСЦ для умывальника настольный с верхней камерой смешения, центральный (масса 1,4 кг)



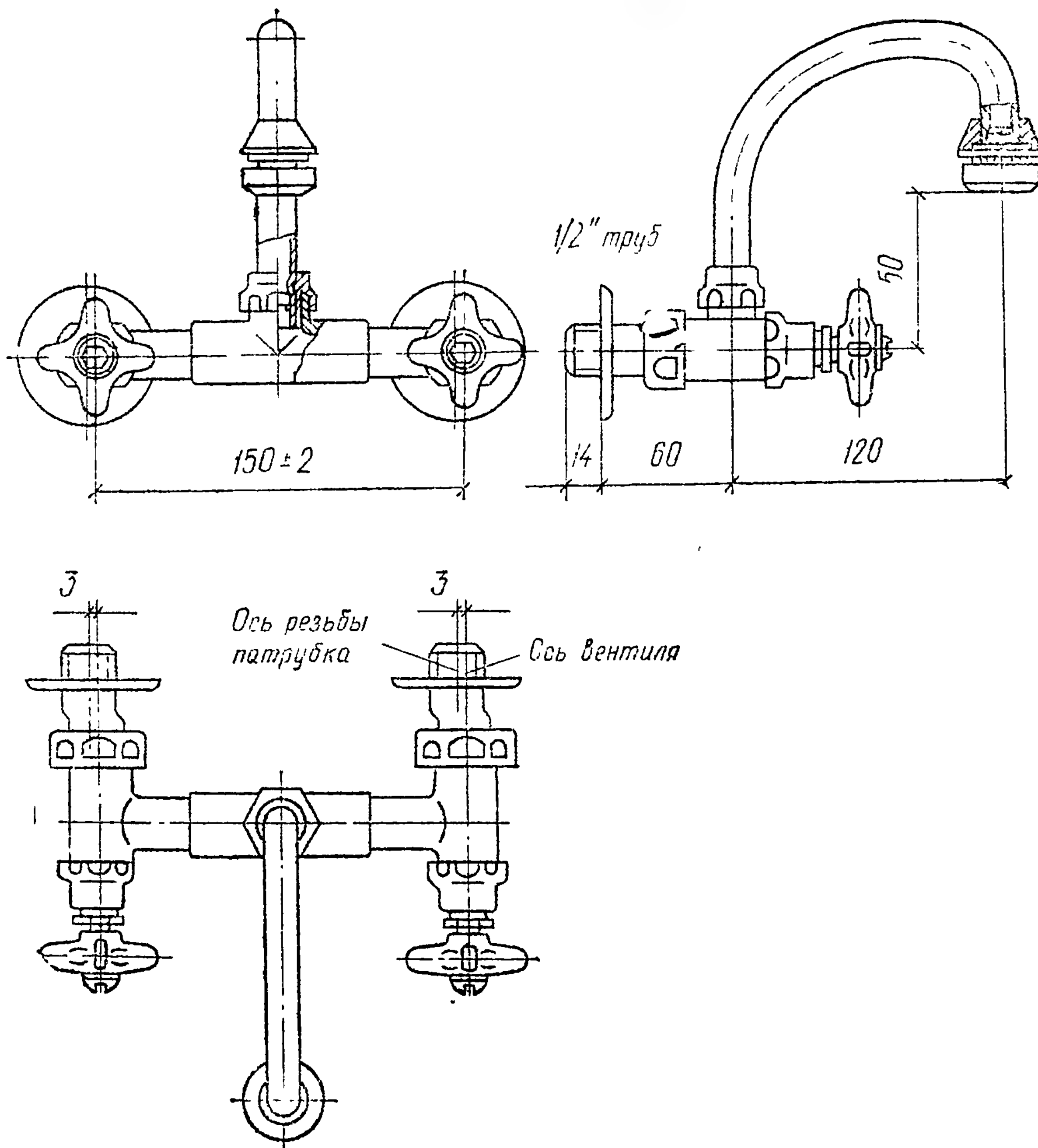
Смеситель типа См-Ум-НКС для умывальника настольный с верхней камерой смешения (масса 1,1 кг)



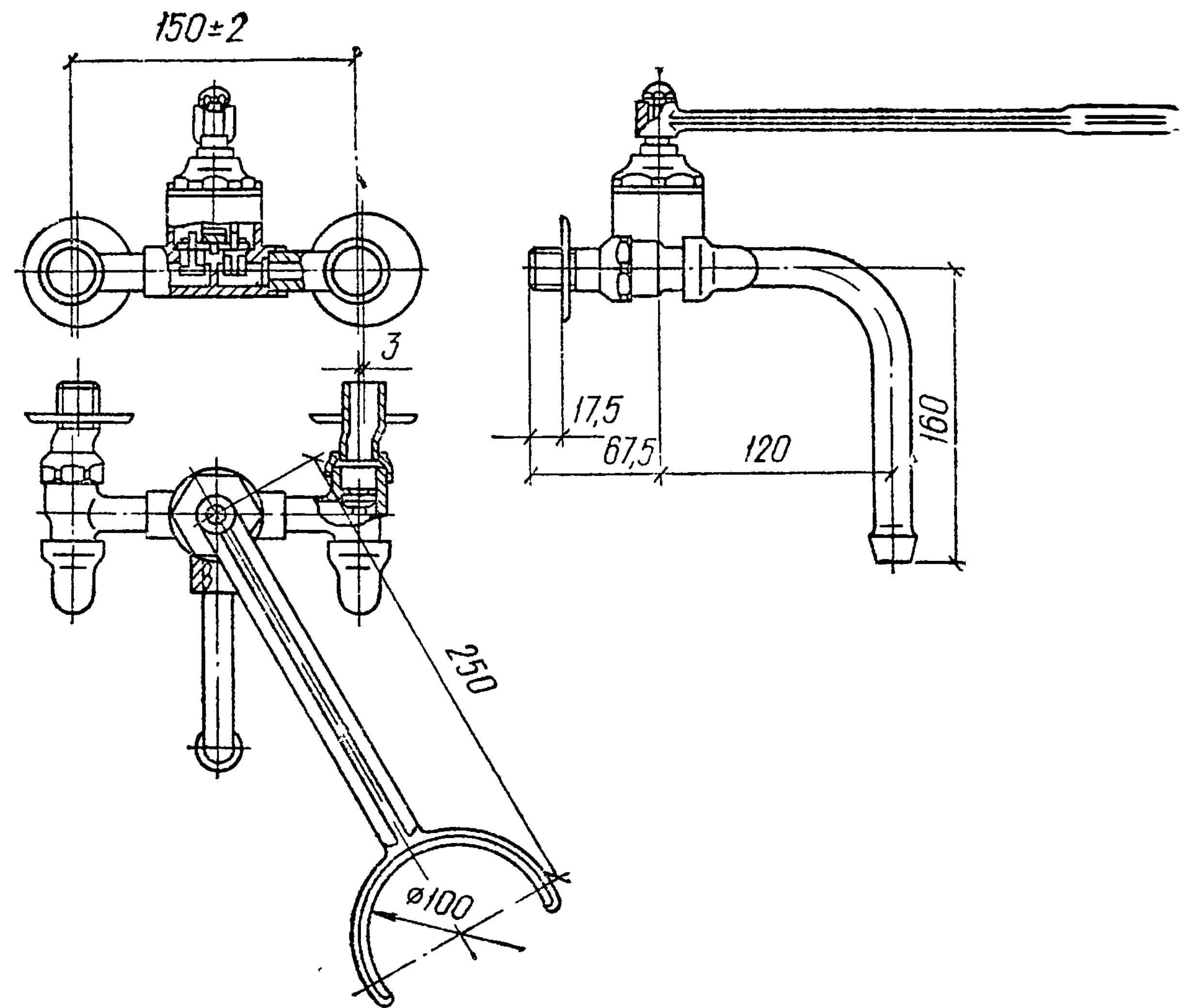
Смеситель типа См-Ум-НКС для умывальника настольный с нижней камерой смешения (масса 1,35 кг)



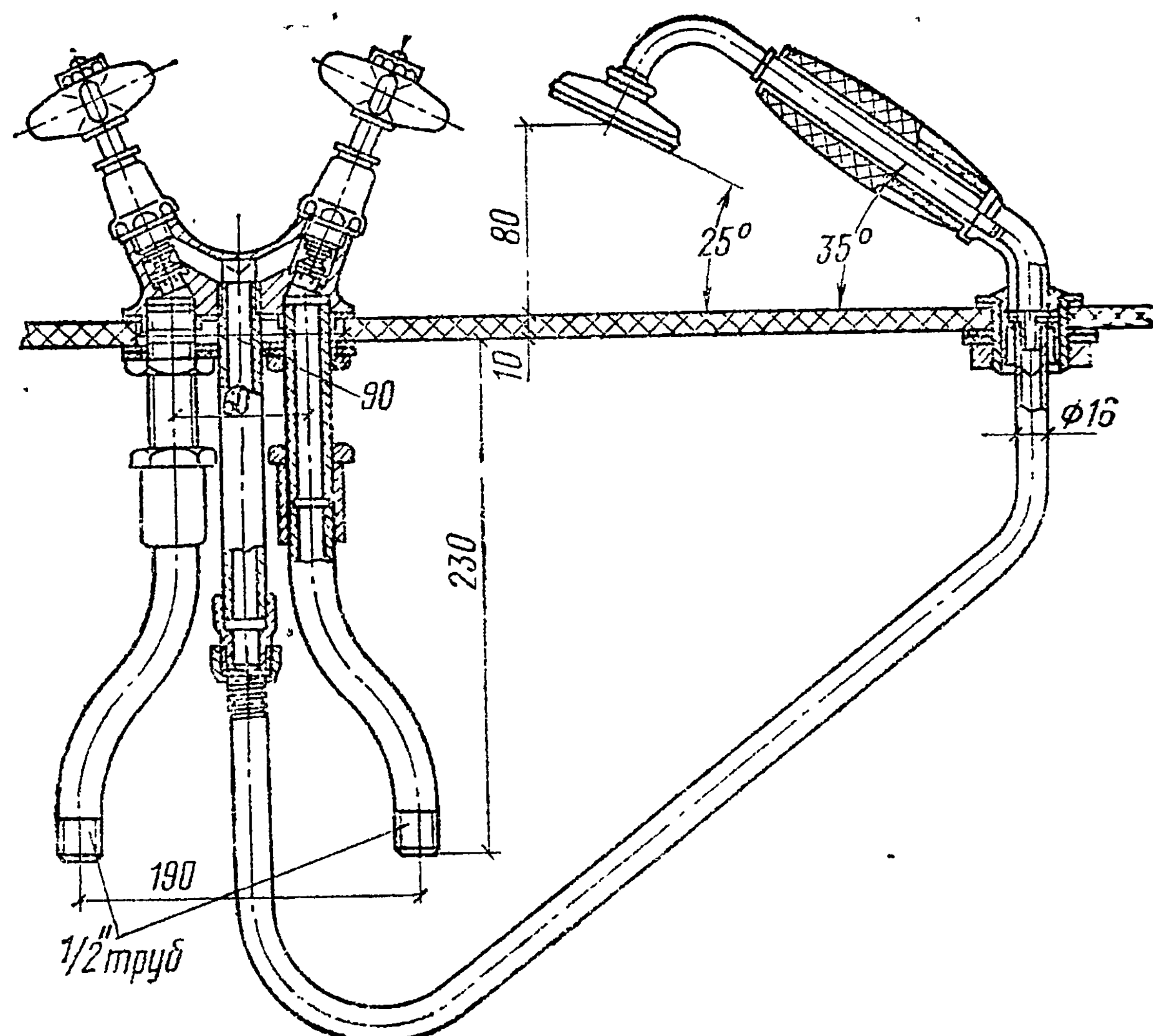
Смеситель типа См-Ум-НИС для умывальника настенный (масса 1,08 кг)



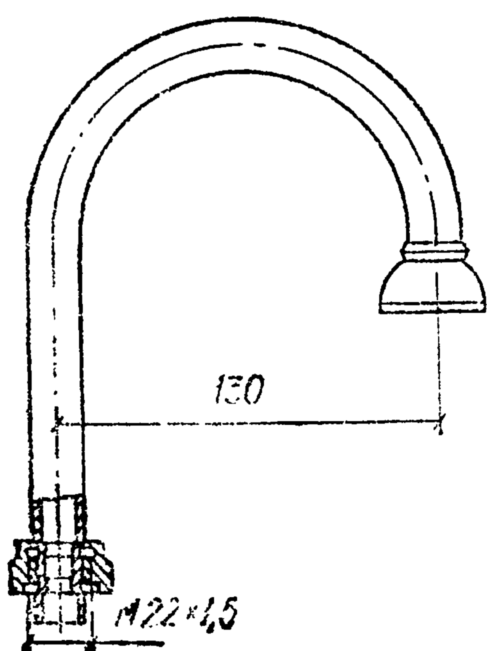
Смеситель типа См-Ум-МЛК настенный медицинский локтевой (облегченный) (масса 1,7 кг)



Смеситель типа См-Ум-ПШл (по ГОСТ 7876—64) к умывальнику для парикмахерских (масса с фарфоровым маховичком 3,03 кг)

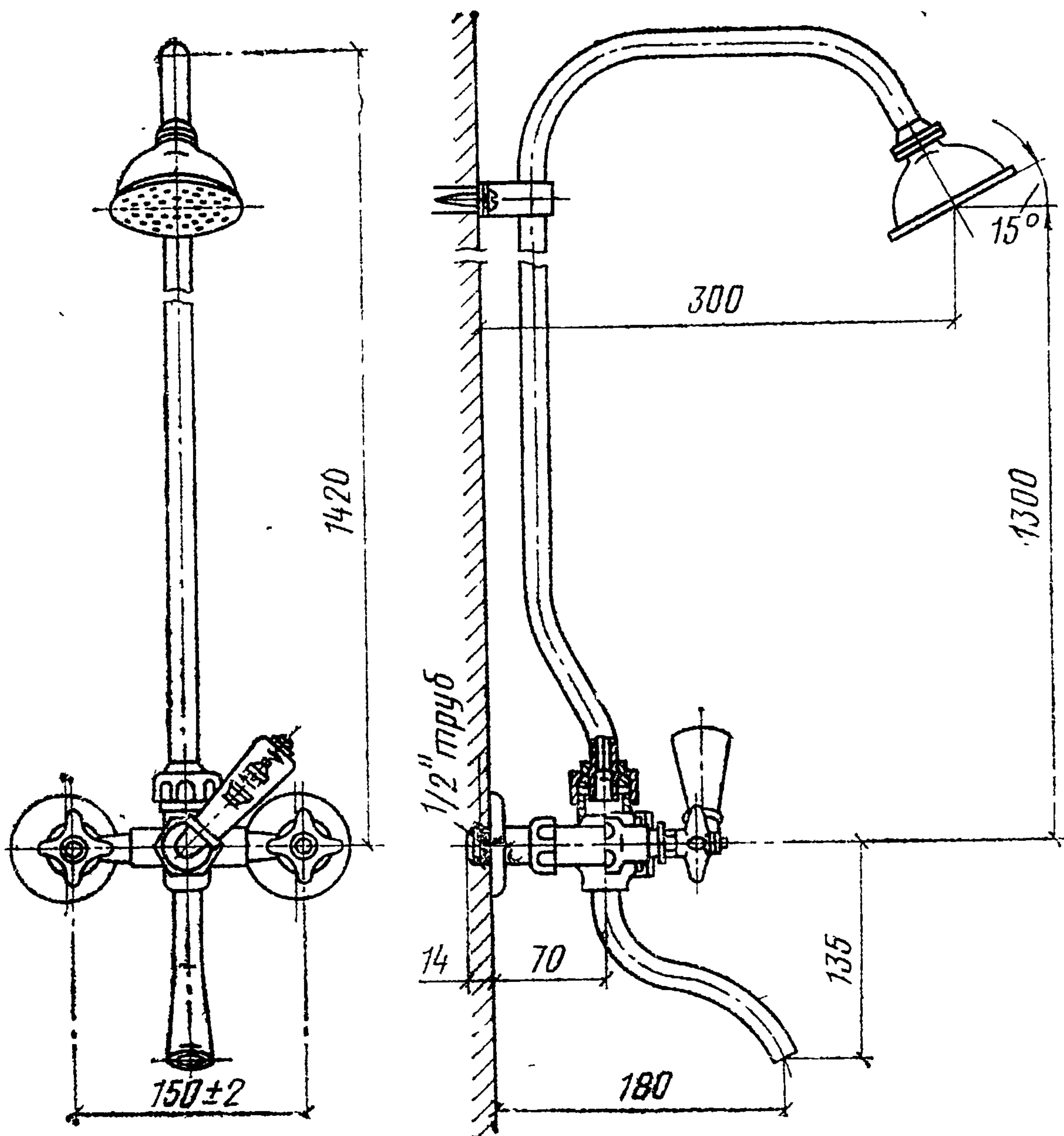


Высокий излив с сеткой

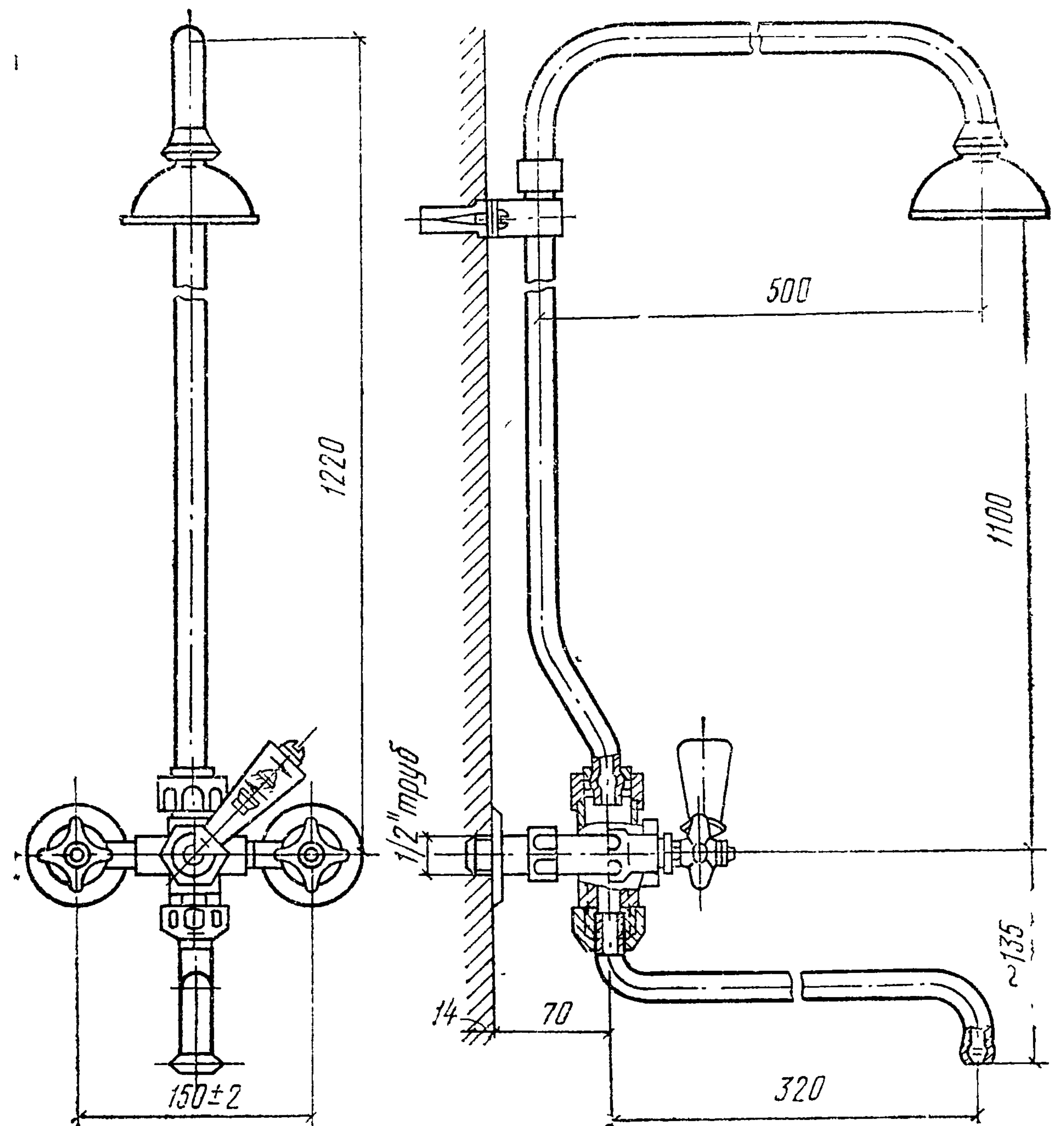


Смесители для ванн и комбинированные

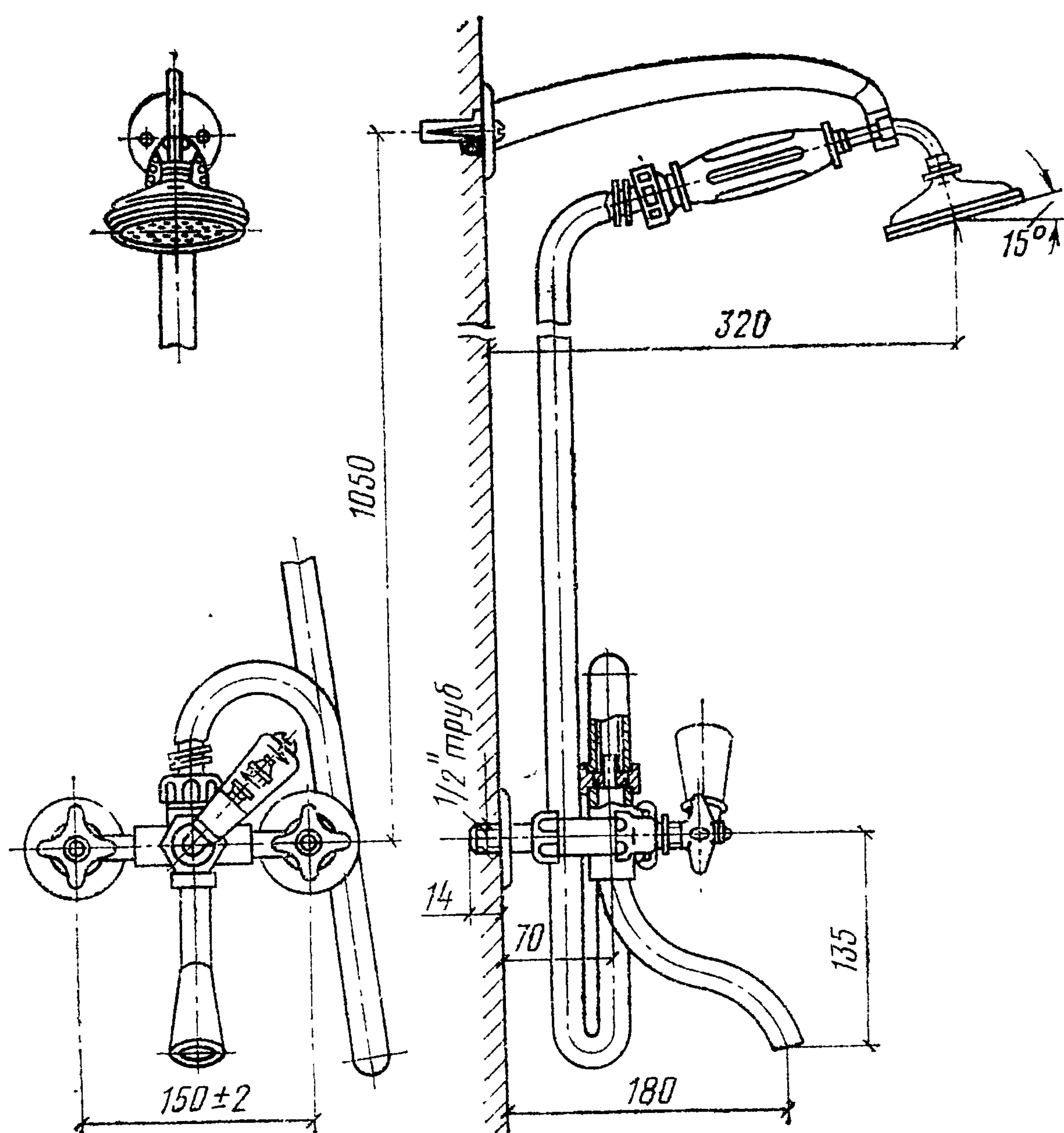
Смеситель типа См-В-Ст со стационарной душевой трубкой и сеткой (для скрытой подводки воды)



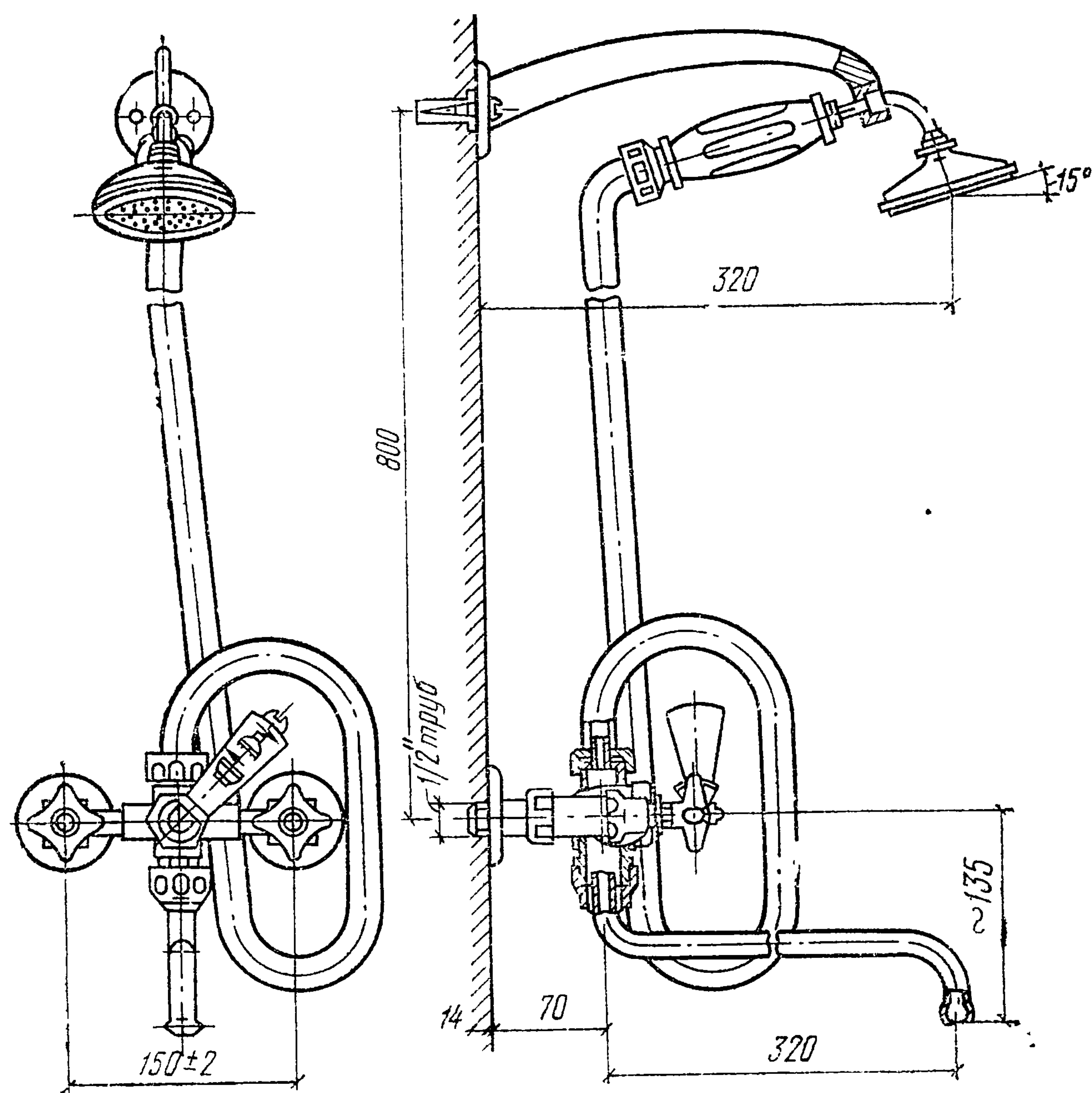
Смеситель типа См-ВУ Ст общий для ванны и умывальника со стационарной душевой трубкой и сеткой (для скрытой подводки воды)



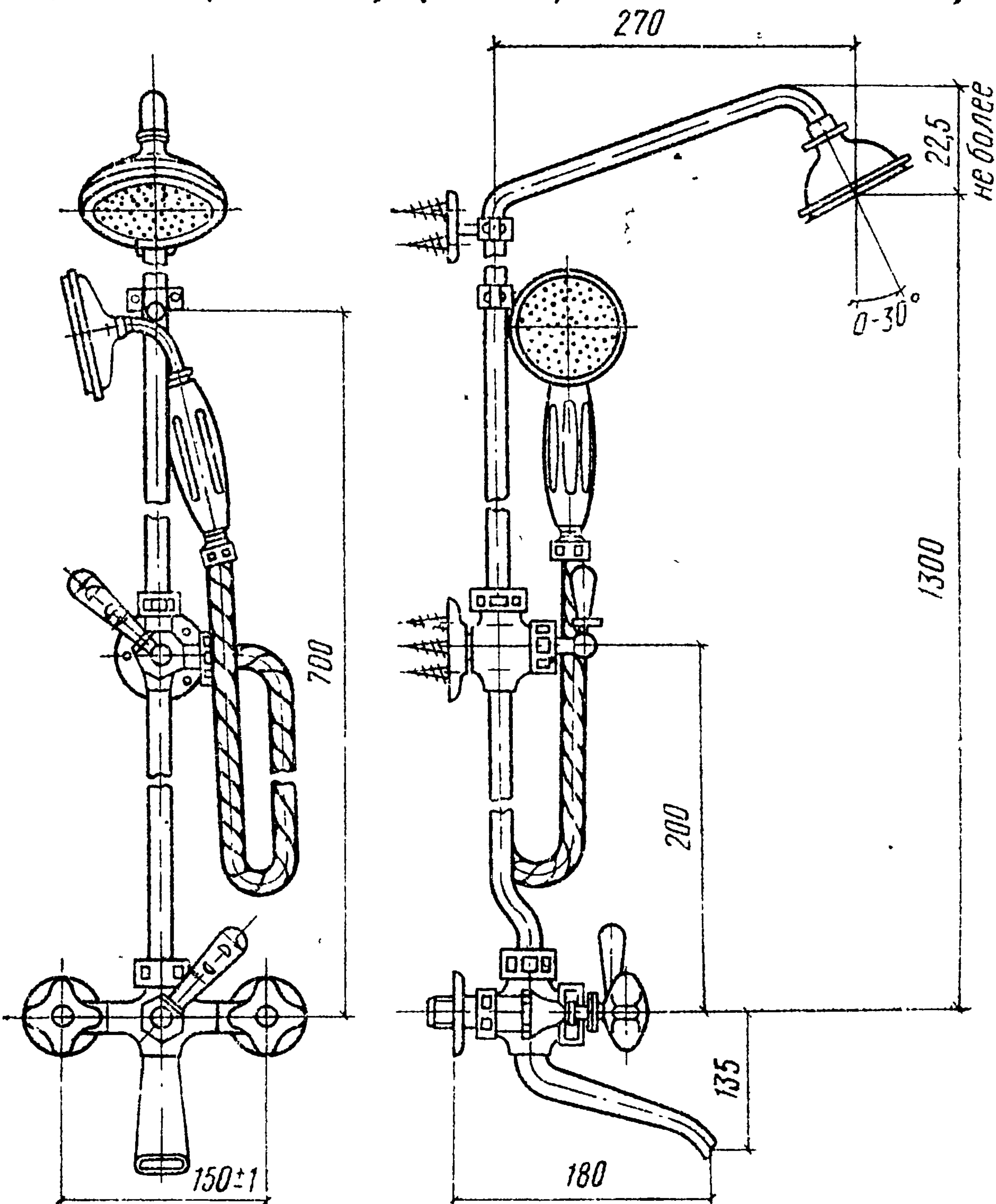
Смеситель типа См-В-Шл с душевой сеткой на гибком шланге (для скрытой подводки воды)



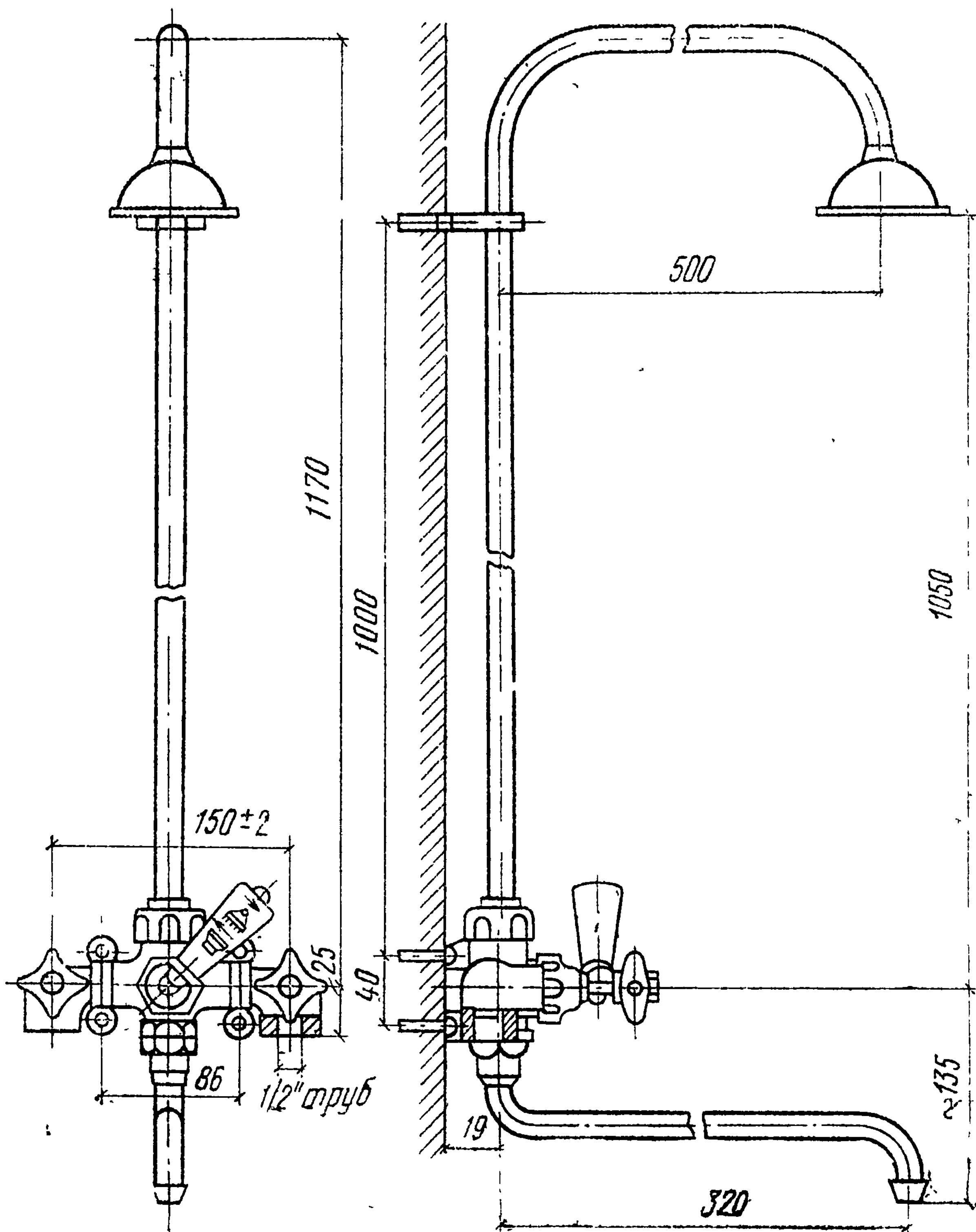
Смеситель типа См-ВУ-Шл общий для ванны и умывальника с душевой сеткой на гибком шланге (для скрытой подводки воды)



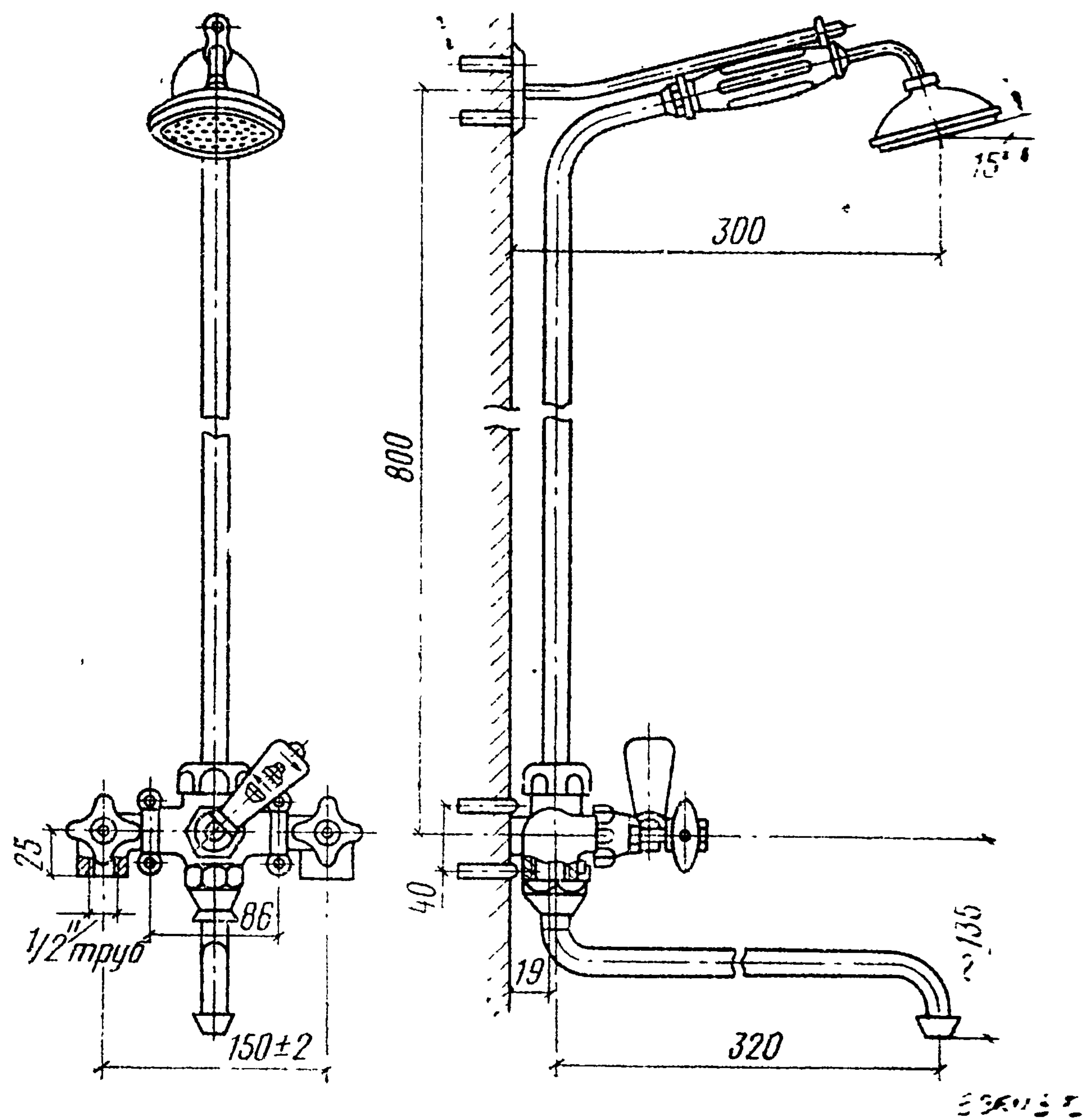
Смеситель типа См-В-К с двумя душевыми сетками на стационарной трубке и гибком шланге (комбинированный) (для скрытой подводки воды)



Смеситель типа См-ВУ-Стоп общий для ванны и умывальника со стационарной душевой трубкой и сеткой (для нижней открытой подводки воды)



Смеситель типа См-ВУ-Шлоп общий для ванны и умывальника с душевой сеткой на гибком шланге (для нижней открытой подводки воды)



Смеситель типа См-ВУ-Шлн общий для ванны и умывальника настольный с душевой сеткой на гибком шланге

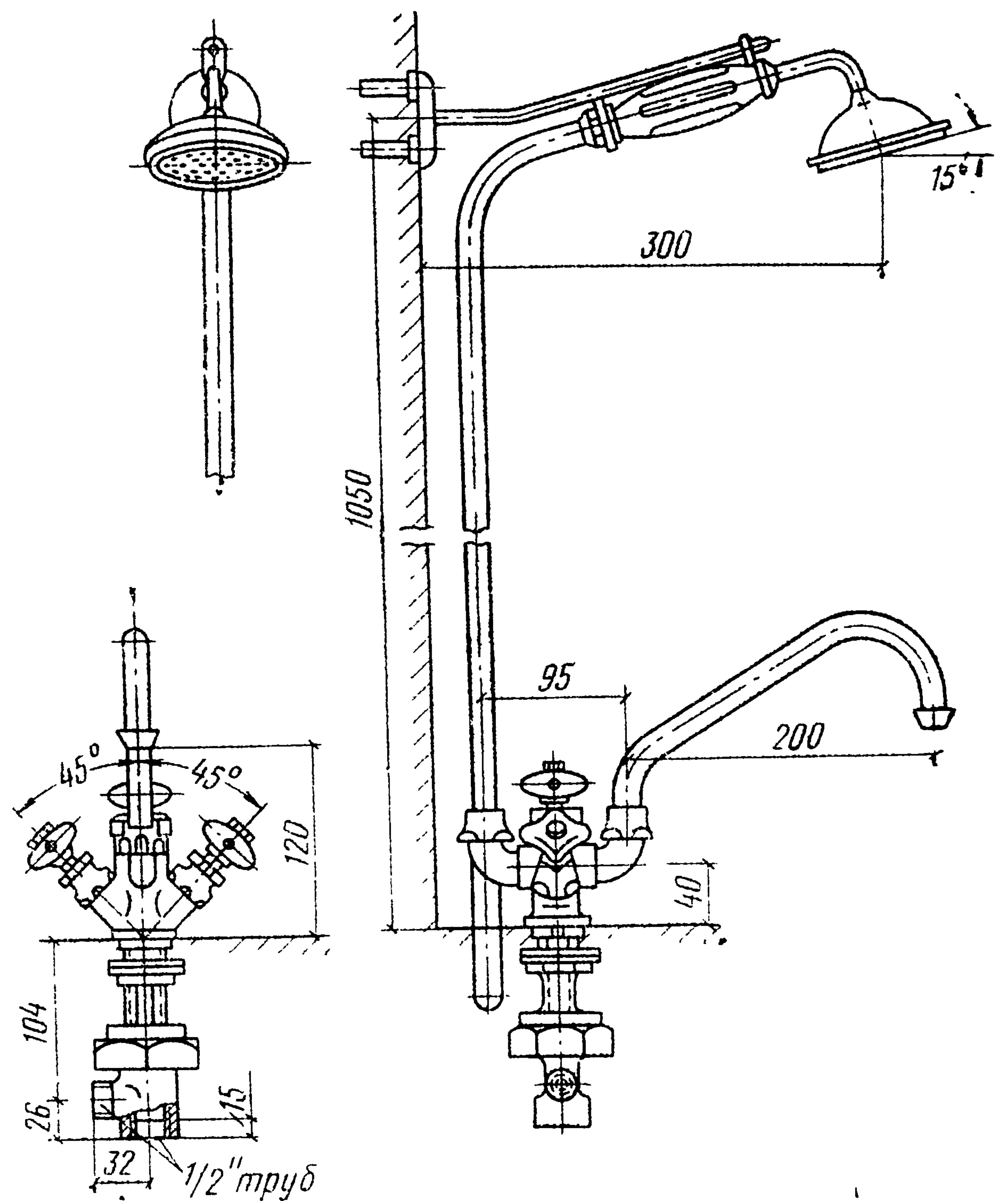


ТАБЛИЦА XII.2

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ СМЕСИТЕЛЕЙ ДЛЯ ВАНН

Тип смесителя	Масса смесителя, кг	Комплектация			
		кронштейны для крепления душевой трубки и сетки	скобы для крепления душевой трубки	скобы для крепления смесителя	шурупы
См-В-Ст	2,01	—	1	—	2
См-В-Шл	2,36	1	—	—	2
См-ВУ-Ст	2,14	—	1	—	2
См-ВУ-Шл	2,4	1	—	—	2
См-ВУ-Шлоп	—	1	—	2	6
См-ВУ-Стоп	—	—	1	2	6
См-ВУ-Шлн	2,65	1	—	—	2
См-В-К	3,65	1	—	—	5

Смесители для душевых установок

Смеситель типа См-Д-Ст для душевой установки со стационарной душевой трубкой и сеткой

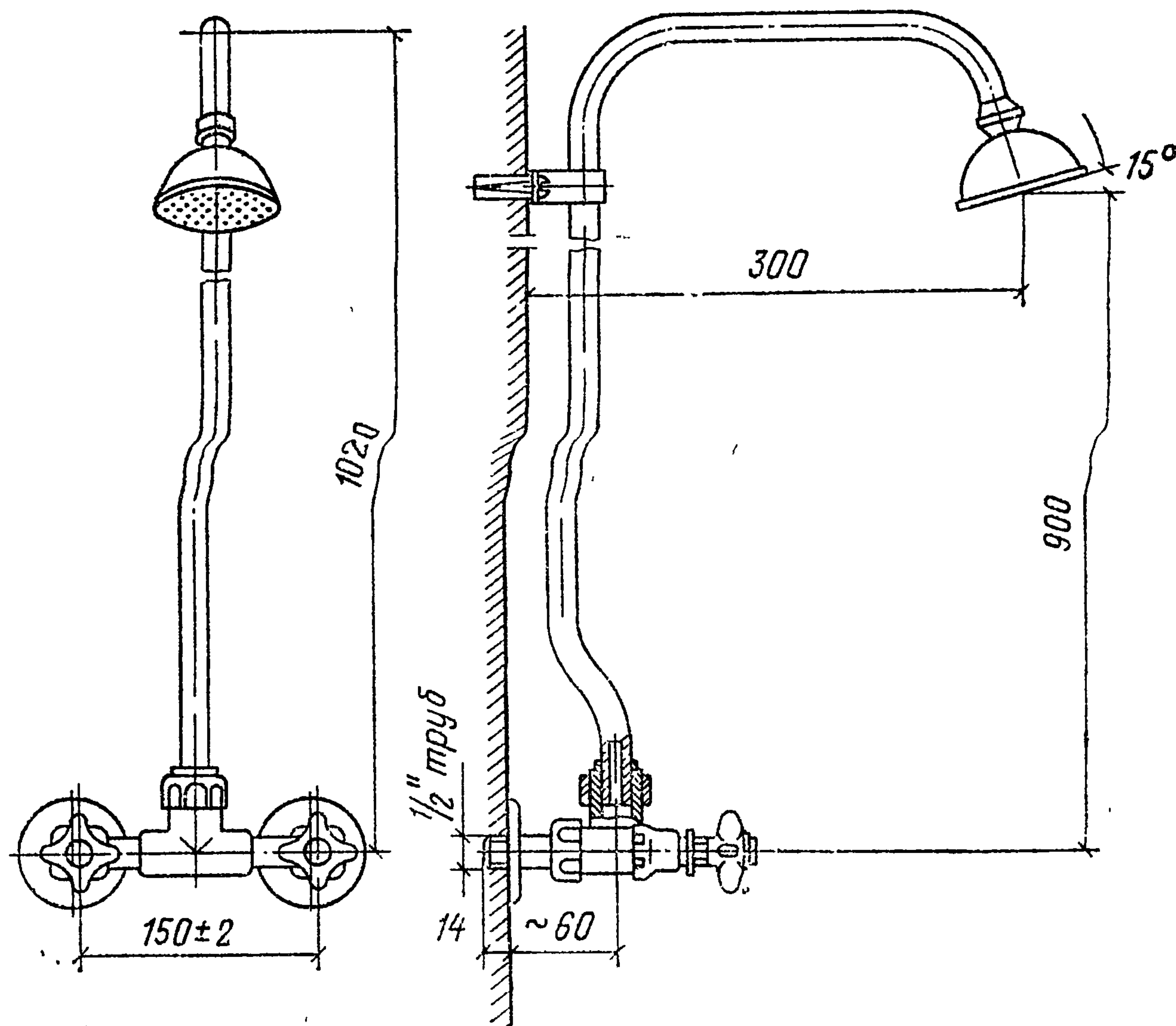
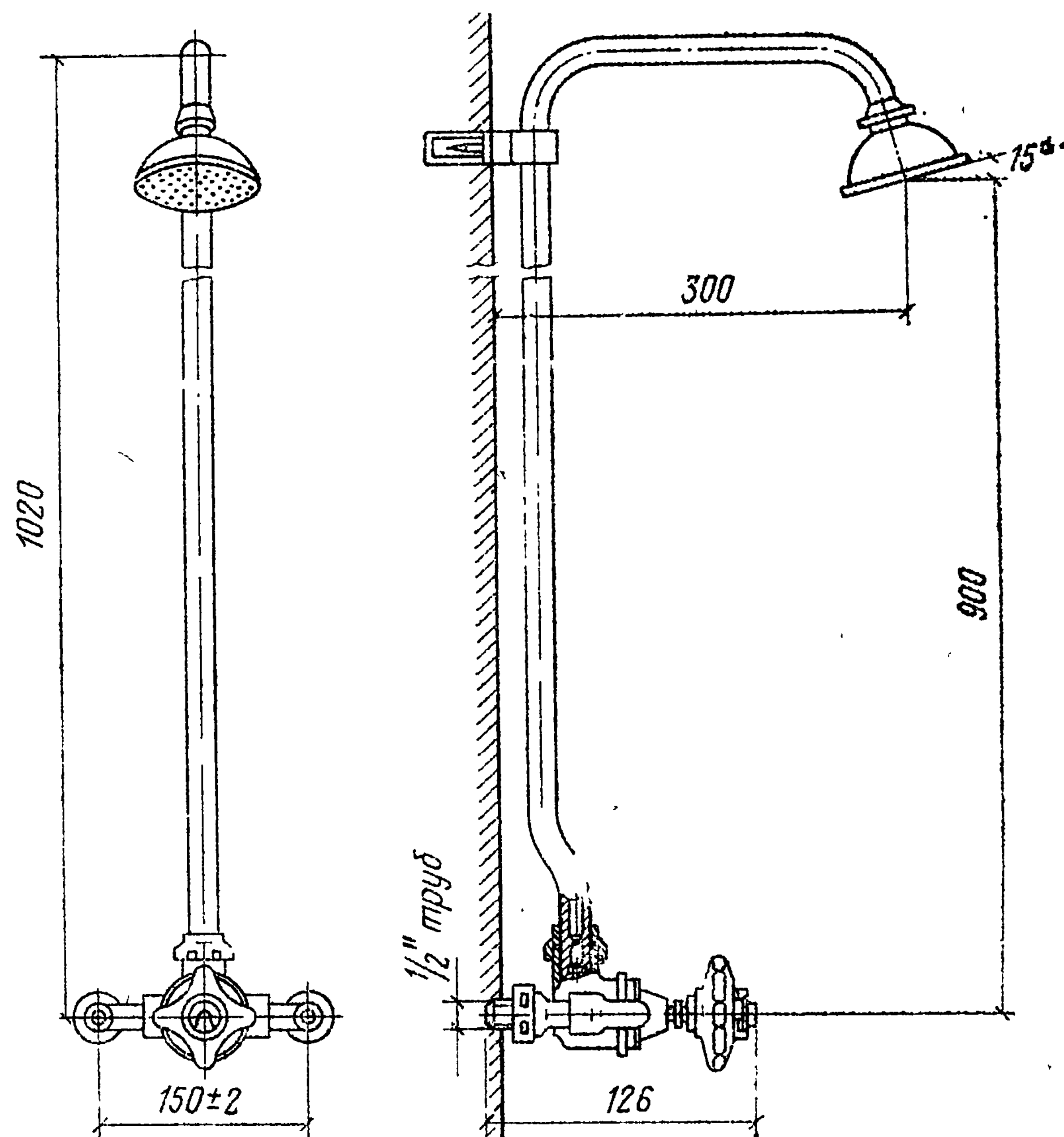


ТАБЛИЦА XII.3

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ СМЕСИТЕЛЕЙ ДЛЯ ДУШЕВЫХ УСТАНОВОК (ПО ГОСТ 10822—64 И ГОСТ 7876—64)

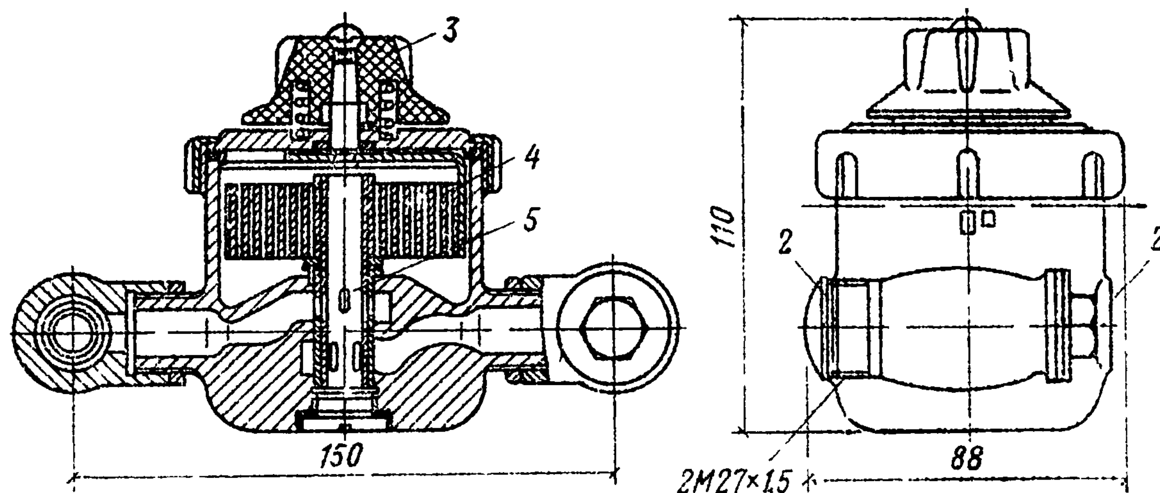
Тип смесителя	Масса смесителя, кг	Комплектация	
		скобы для крепления душевой трубки	шурупы
См-Д-СТ	1,48	1	2
См-Д-ОР	2,27	1	2

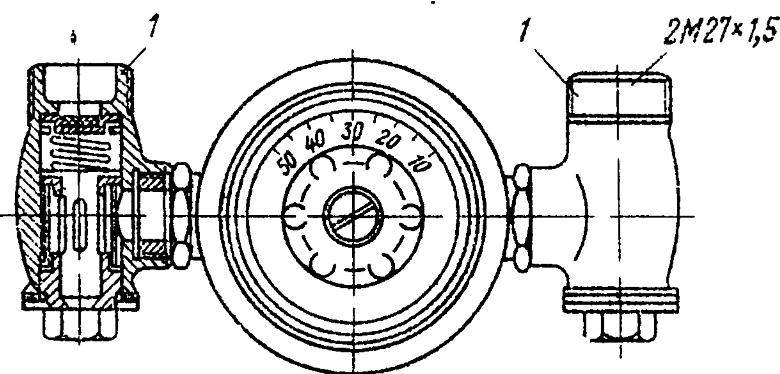
Смеситель типа См-Д-ОР для душевой установки с одной рукояткой и стационарной душевой трубкой и сеткой



Термосмесители

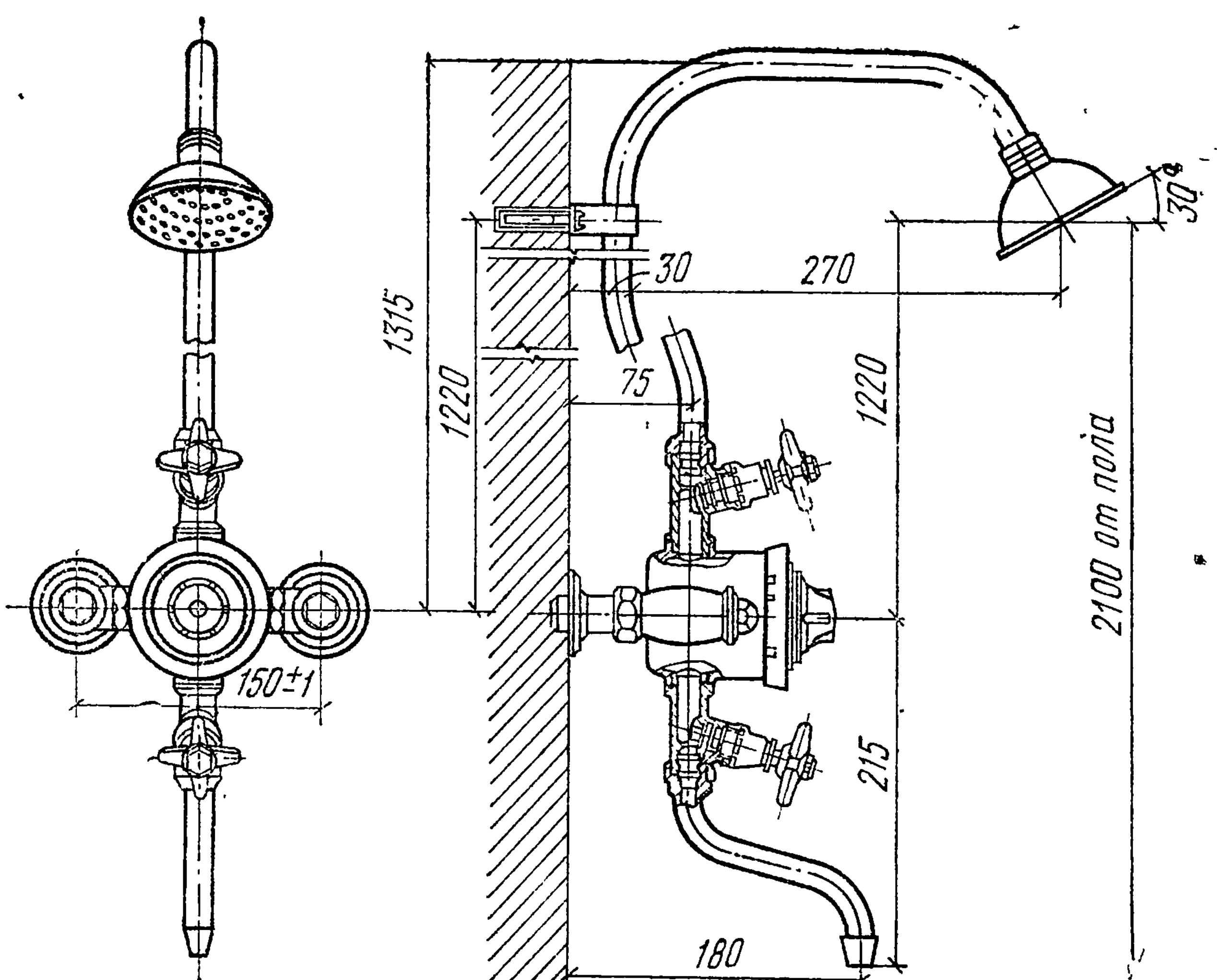
Термостатический смеситель прямого действия типа ТСВБ-50, устанавливаемый как в горизонтальном, так и в вертикальном положениях (в зависимости от схемы подводки трубопроводов горячей и холодной воды) в групповых и индивидуальных душевых кабинах, физиотерапевтических кабинетах, детских ваннах и т. п. для автоматического поддержания заданной температуры воды, подаваемой в души и ванны



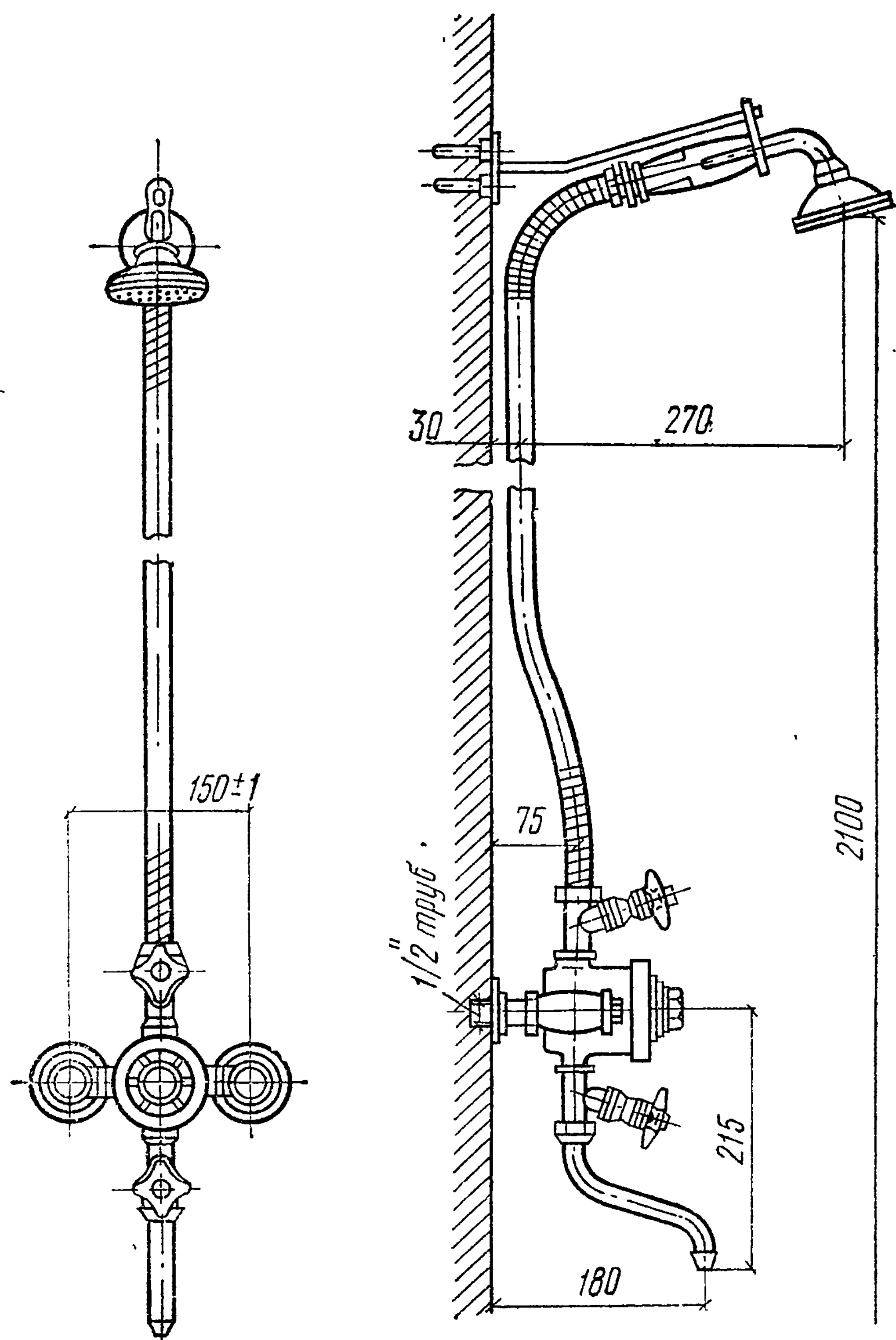


1 — штуцера для присоединения трубопроводов холодной и горячей воды $D_у$ =15 мм; 2 — штуцера с резьбой трубной 1/2" для присоединения трубопровода смешанной воды $D_у$ =15 мм; 3 — рукоятка настройки температуры; 4 — биметаллическая пружина; 5 — золотник

Термостатический смеситель для ванн типа ТСм-В-Ст (по ГОСТ 7876—64) (масса комплекта смесителя 4,78 кг)

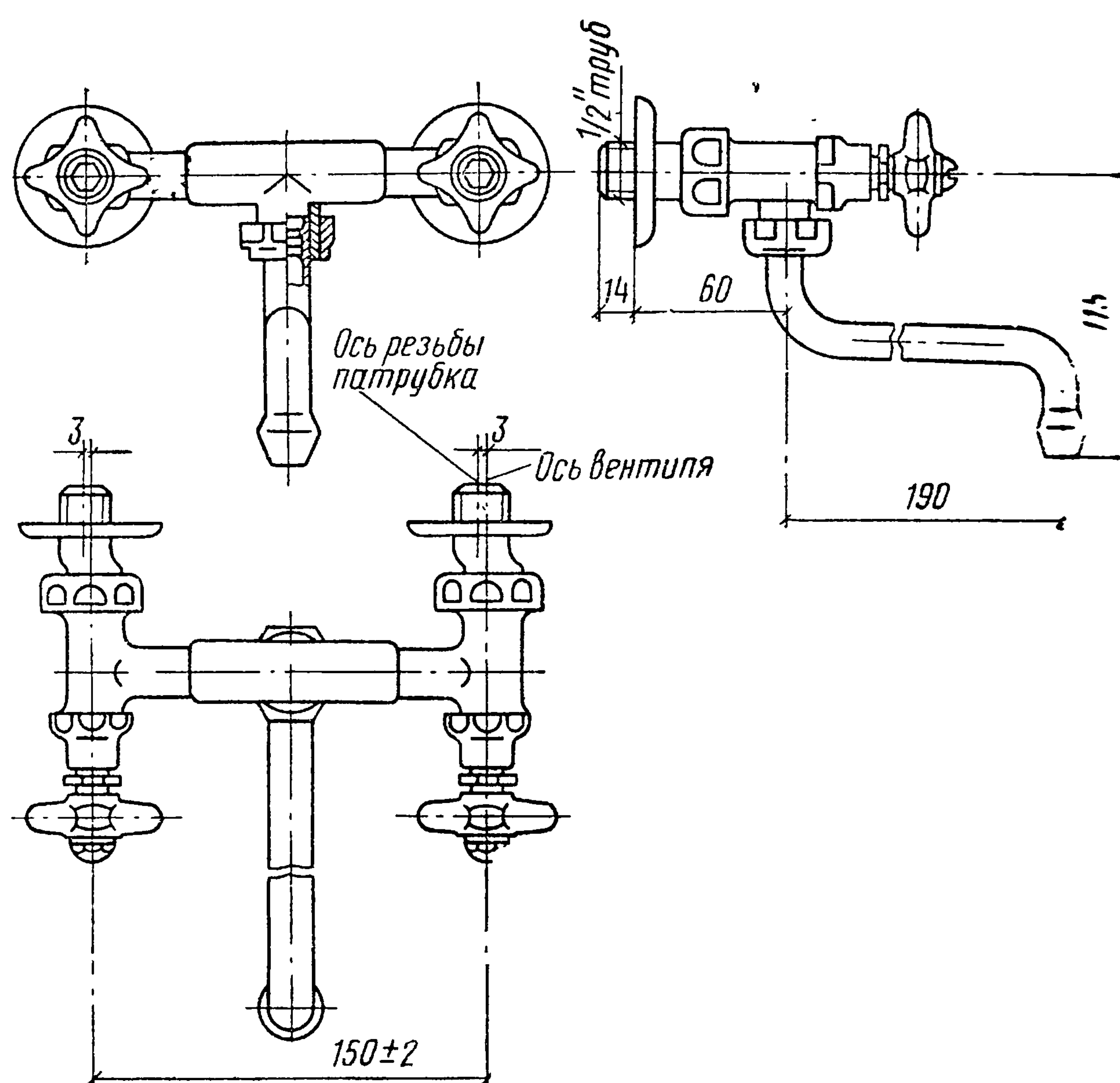


Термостатический смеситель для ванн типа ТСм-В-Шл

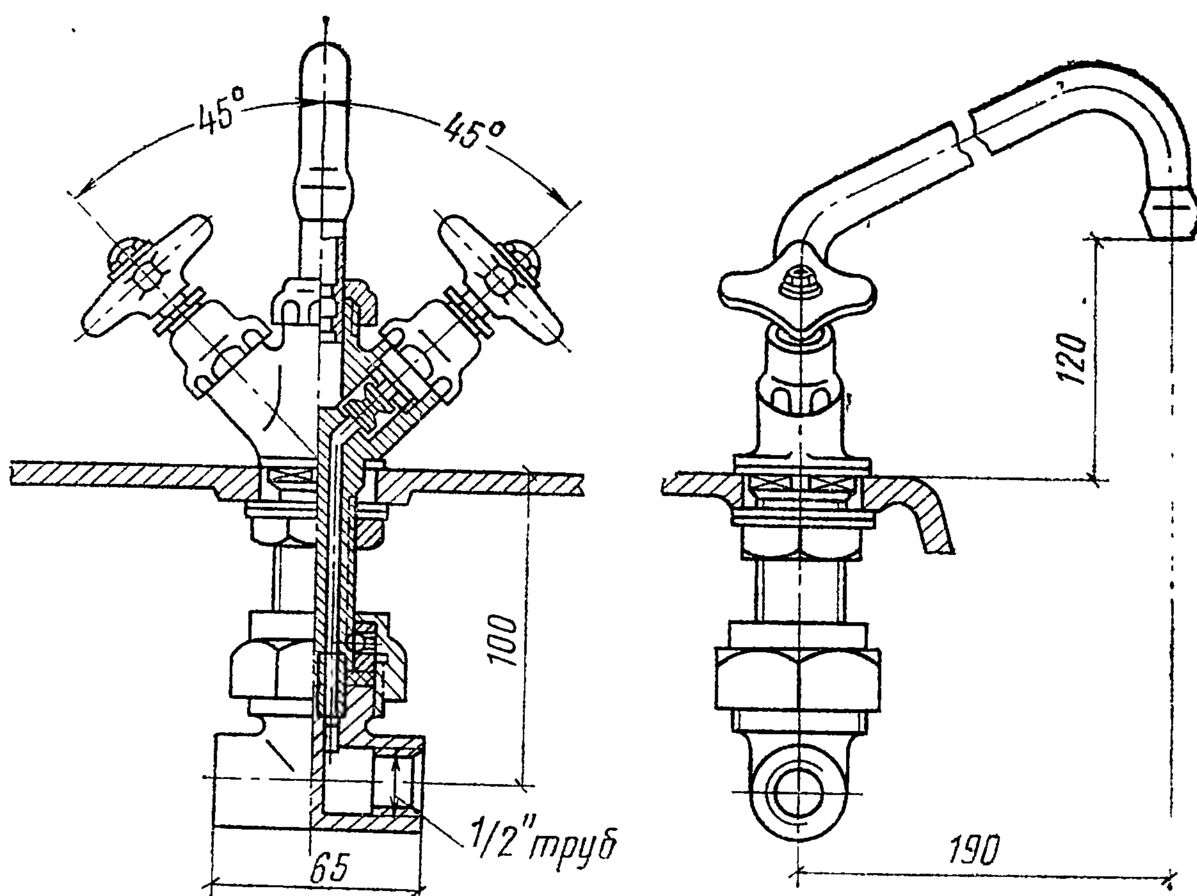


Смесители для моек (по ГОСТ 7942—66 и 7876—64)

Смеситель типа См-М-НИ для мойки настенный с нижним изливом (масса 1,01 кг)



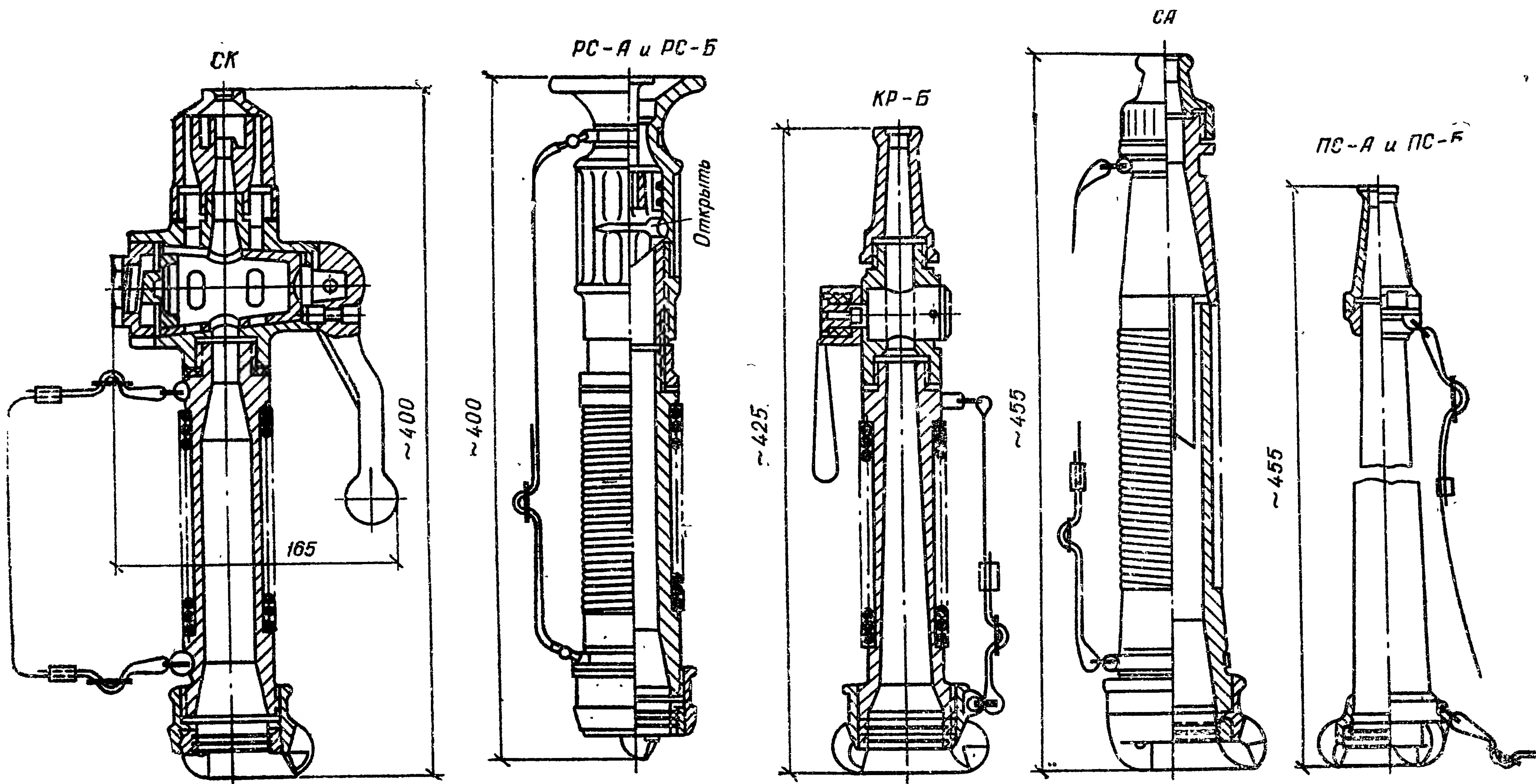
Смеситель типа См-М-ВКСЦ для мойки настольный с верхней камерой смешения центральный (масса 1,33 кг)



Пожарное оборудование

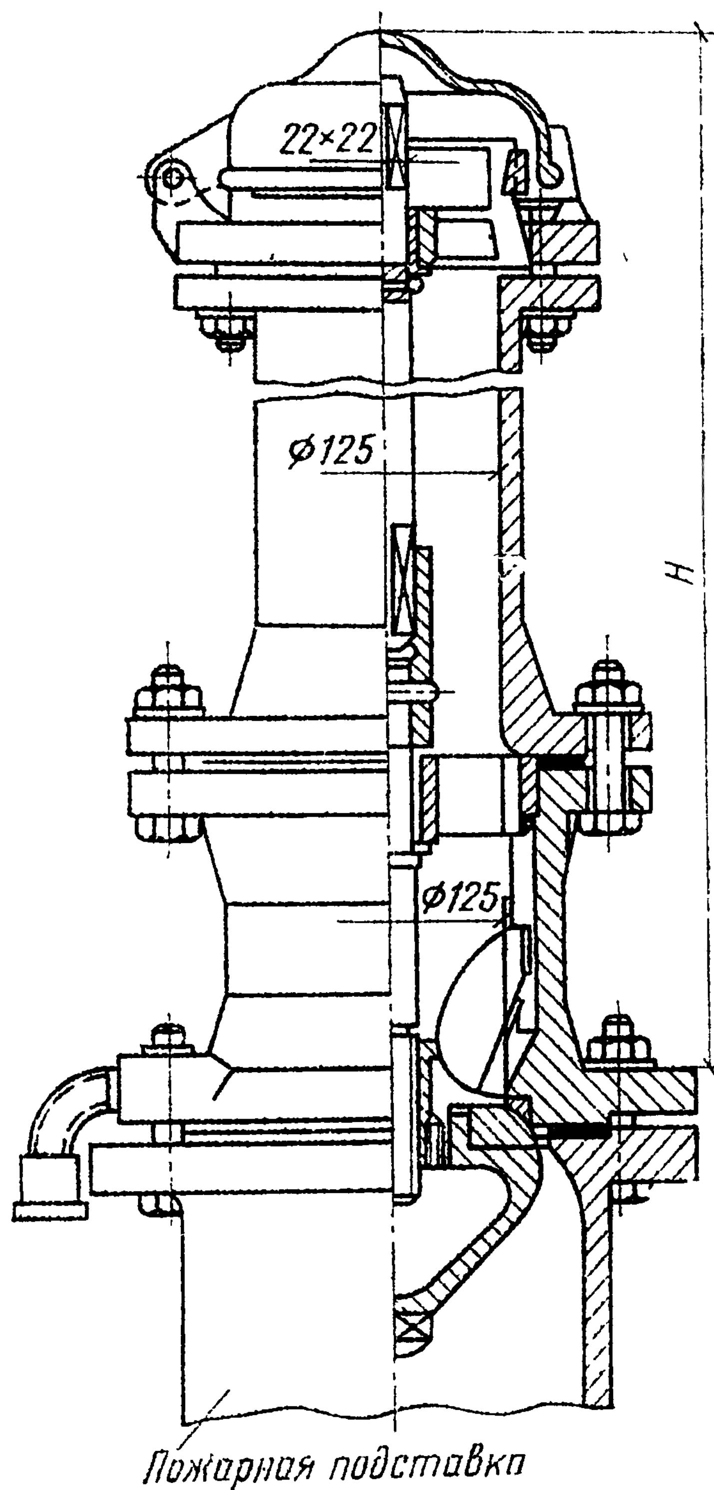
ТАБЛИЦА XII.4

ХАРАКТЕРИСТИКА СТВОЛОВ ПОЖАРНЫХ РУЧНЫХ НА $P_у$6 кгс/см² (ПО ГОСТ 9923—67)

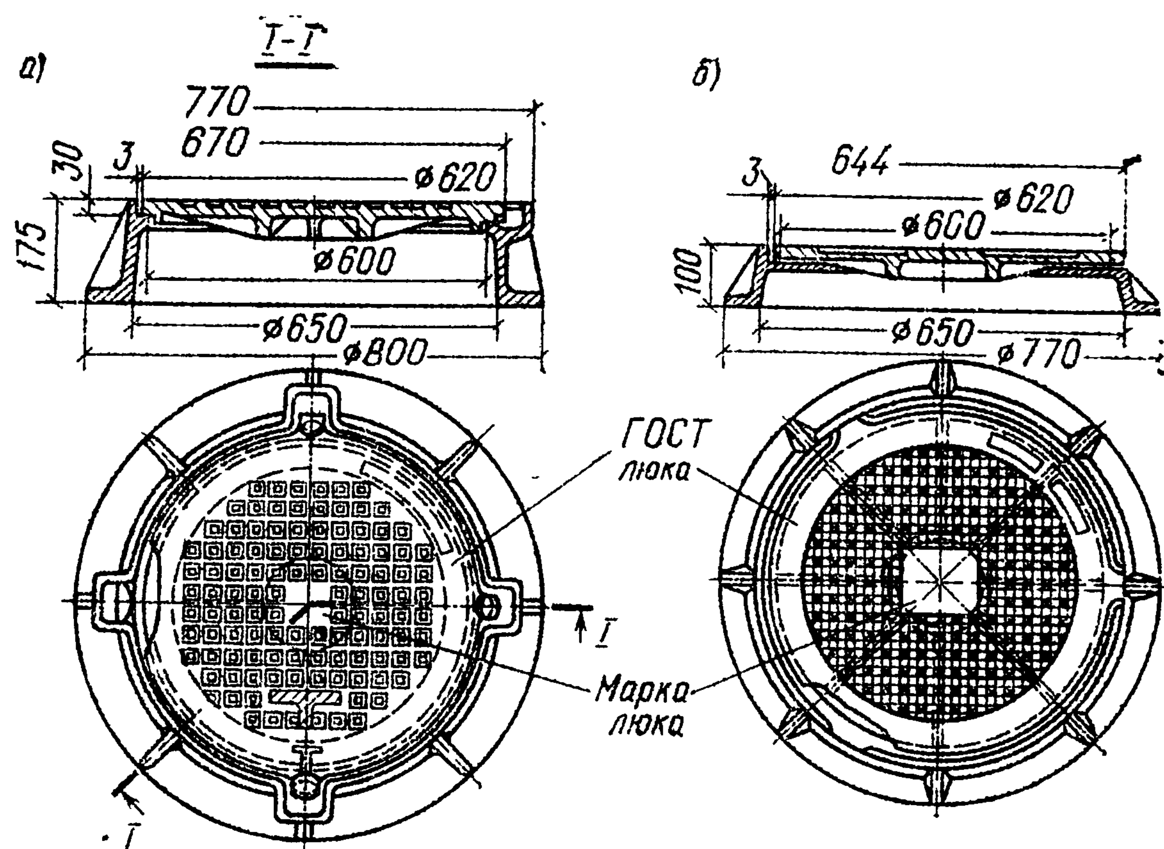


Тип	Наименование ствола	Назначение
СК	Ручной комбинированный условным проходом 50 мм с краном для перекрытия потока воды	Для создания и направления сплошной или распыленной струи с узким или широким факелом
РС-А РС-Б	Ручной условным проходом 70 мм с устройством для перекрытия потока воды Ручной условным проходом 50 мм с устройством для перекрытия потока воды	Для создания и направления сплошной или распыленной струи
КР-Б СА, ПС-А ПС-Б	Ручной условным проходом 50 мм с краном для перекрытия потока воды Ручной условным проходом 70 мм То же, 50 мм	Для создания и направления сплошной струи

Гидранты пожарные подземные на условное давление $P_у$ 10 кгс/см² (по ГОСТ 8220—62) (размер H колеблется от 500 до 2500 мм с интервалом через 250 мм; при H=750 мм масса равна 90 кг, при увеличении на каждые 250 мм длины масса возрастает на 13 кг)



Люки чугунные для водопроводных, канализационных, водосточных и пожарных смотровых колодцев (по ГОСТ 3634—61)



а — тяжелые люки типа Т, размещаемые на проезжей части улиц; *б* — легкие люки типа Л, размещаемые на тротуарах, дорогах с движением автотранспорта ограниченного тоннажа (5 т) и в непроезжих местах

ТАБЛИЦА XII.5

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ СТВОЛОВ ПОЖАРНЫХ РУЧНЫХ

Тип ствола	Тип головки соединительной	Диаметр насадки, мм	Расход воды, л/с, не менее		Масса ствола, кг, не более
			для сплошной струи при давлении у ствола 3 кгс/см²	для распыленной струи при давлении у ствола 6 кгс/см²	
СК	ГМ-50	11,5	3,5	3,5—3,8	2,5
РС-А	ГМ-70	—	2,5	3,5	2
РС-Б	ГМ-50	—	2,5	3,5	1,8
КР-Б	ГМ-50	13	3,1	—	1,4
СА	ГМ-70	19	6,6	—	2
ПС-А	ГМ-70	19	6,6	—	1,25
ПС-Б	ГМ-50	16	4,7	—	1,1

ТАБЛИЦА XII 6

ОСНОВНЫЕ ДАННЫЕ ГОЛОВОК СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ДЛЯ ПОЖАРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА $P_у$ 12 кгс/см² (СОКРАЩЕННЫЙ СОРТАМЕНТ ПО ГОСТ 2217—66)

Тип	Головка	Обозначения	Основные данные при $D_у$, мм	
			50	70
ГР	Рукавная	D	85	103
		D_1	77	94
		D_2	106	128
		D_3	50,5	66
		d	42	57
		L	48	52
		L_1	100	103
		Масса	0,38	0,52
ГЦ	Цапковая	D	85	103
		D_1	77	94
		D_2	106	128
		$d_{труб}$	2"	2 1/2"
		d	43	57
		L	55	61
		l	22,5	25
		Масса	0,28	0,35
ГМ	Муфтовая	D	85	103
		D_1	77	94
		D_2	106	128
		D_3	73	89
		$d_{труб}$	2"	2 1/2"
		d	43	57
		L	50	56
		l	22	25
		Масса	0,22	0,33

Примечание. Кроме указанных типов ГОСТ 2217–66 предусматривает головки переходные ГП и головки-заглушки ГЗ, на условные проходы $D_у$ 80, 110 и 150 мм.

3. ОБОРУДОВАНИЕ СИСТЕМ ВОДЯНОГО И ПАРОВОГО ОТОПЛЕНИЯ

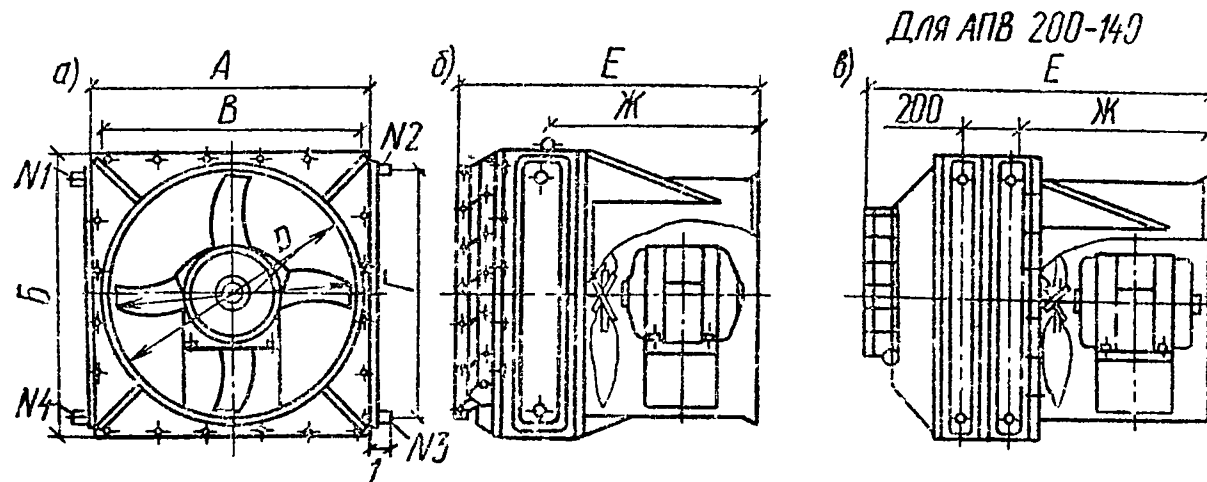
ПРИЛОЖЕНИЕ XIII

Отопительные агрегаты

Отопительные агрегаты типов АПВС и АПВ подвесные

ТАБЛИЦА XIII

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, ОТОПИТЕЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ ТИПОВ АПВС И АПВ



Марка агрегата	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	Штуцера		
								№		трубная резьба, дюймы
АПВС 50-30	540	532	470	410	400	635	368	2 и 4	35	$1^1/_2$
АПВС 70-40	696	682	626	526	600	735	475	2 и 4	60	2
АПВС 110-80	852	852	772	708	700	737	490	2 и 3	70	$2^1/_2$
АПВ 200-140	1080	904	1010	750	800	1191	560	1 и 3	80	$2^1/_2$
АПВ 280-190	1230	1100	1150	860	1000	1430	620	2 и 3	90	3

Примечания: 1 Цифры марки агрегата обозначают его теплопроизводительность в тыс. ккал/ч, первые — при теплоносителе паре с абсолютным давлением P=3 кгс/см², вторые — при теплоносителе воде с параметрами $t_{гор}$=130 °С, $t_{обр}$=70 °С.

2. *а* — общий вид; *б* — тип АПВС; *в* — тип АПВ

ТАБЛИЦА XIII 2

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ОТОПИТЕЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ ТИПОВ АПВС И АПВ

Марка агрегата	Производительность по воздуху, м³/ч, при начальной температуре 16 °С	Теплопроизводительность Q, тыс. ккал/ч, и конечная температура воздуха $t_к'$, °С, при обогреве								Масса агрегата, кг
		паром с избыточным давлением, кгс/см²						водой с температурой $t_{гор}$=130 °С и $t_{обр}$=70 °С		
		0,1		1		2				
		Q	$t_к$	Q	$t_к$	Q	$t_к$	Q	$t_к$	
АПВС 50-30	3 300	40	58,2	45	63,3	50	68,6	30	47,6	100
АПВС 70-40	3 900	50	60,7	58	67,6	68	77	39	50,8	163
АПВС 110-80	6 900	—	—	100	66,2	110	71,3	80	56,2	220
АПВ 200-140	13 900	140	51	170	58,5	200	66	140	50,8	600
АПВ 280-190	18 800	190	51	240	60,2	280	67,7	190	51	813

Примечание. Теплоноситель должен иметь избыточное давление не более 6 кгс/см² и температуру не более 150 °С.

ТАБЛИЦА XIII.3

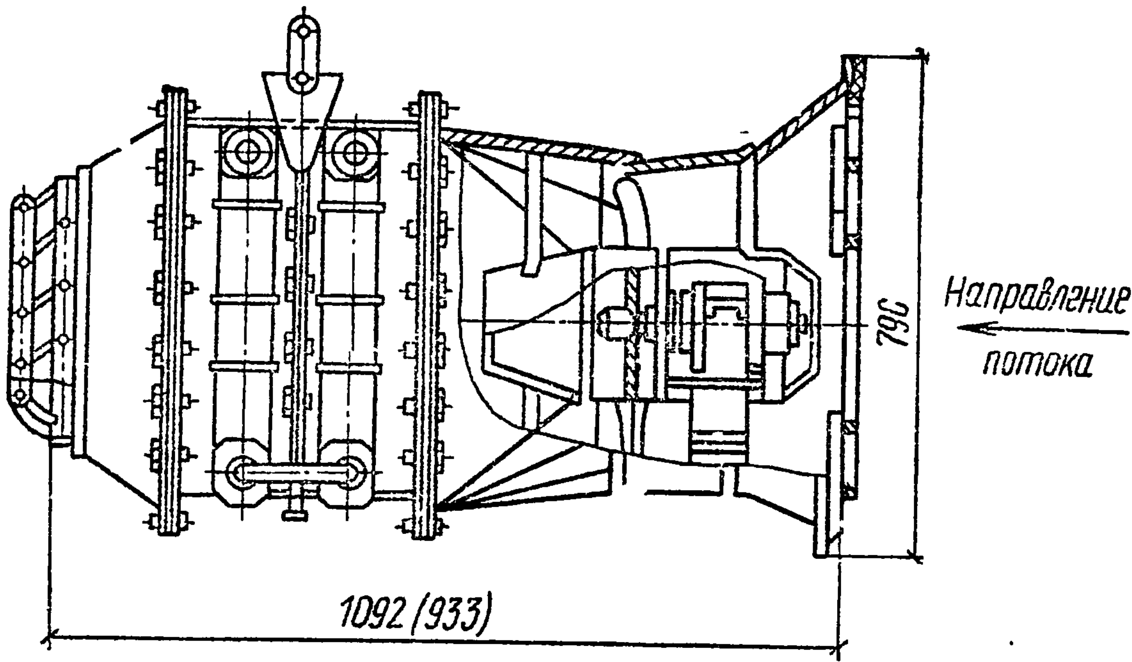
КОНСТРУКТИВНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБОРУДОВАНИЯ ОТОПИТЕЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ ТИПОВ АПВС И АПВ

Марка агрегата	Электродвигатель			Марка вентилятора	Калорифер		
	тип	мощность, кВт	частота вращения, об/мин		число ходов при теплоносителе воде	тип	поверхность нагрева, м²
АПВС 50-30	АОЛ-31-2 АО2-12-2	1 1,1	2900 3000	06-320-4	10	Спирально-навивной	10,85
АПВС 70-40	А32-4 АО2-21-4	1 1,1	1400 1500	06-320-6	7	То же	18,3
АПВС 110-80	А41-4 АО2-31-4	1,7 2,2	1420 1500	06-320-7	6	—	29,4
АПВ 200-140	А42-4 АО2-32-4 АО2-41-4	2,8 3 4	1420 1500 1500	06-320-8	7	Пластинчатый	85,2
АПВ 280-190	А51-6 АО2-41-6 АО51-6	2,8 3 2,8	950 1000 950	06-320-10	8	То же	124,5

Отопительный подвесной агрегат типа СТД-100

ТАБЛИЦА XIII.4

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ОТОПИТЕЛЬНОГО АГРЕГАТА ТИПА СТД-100



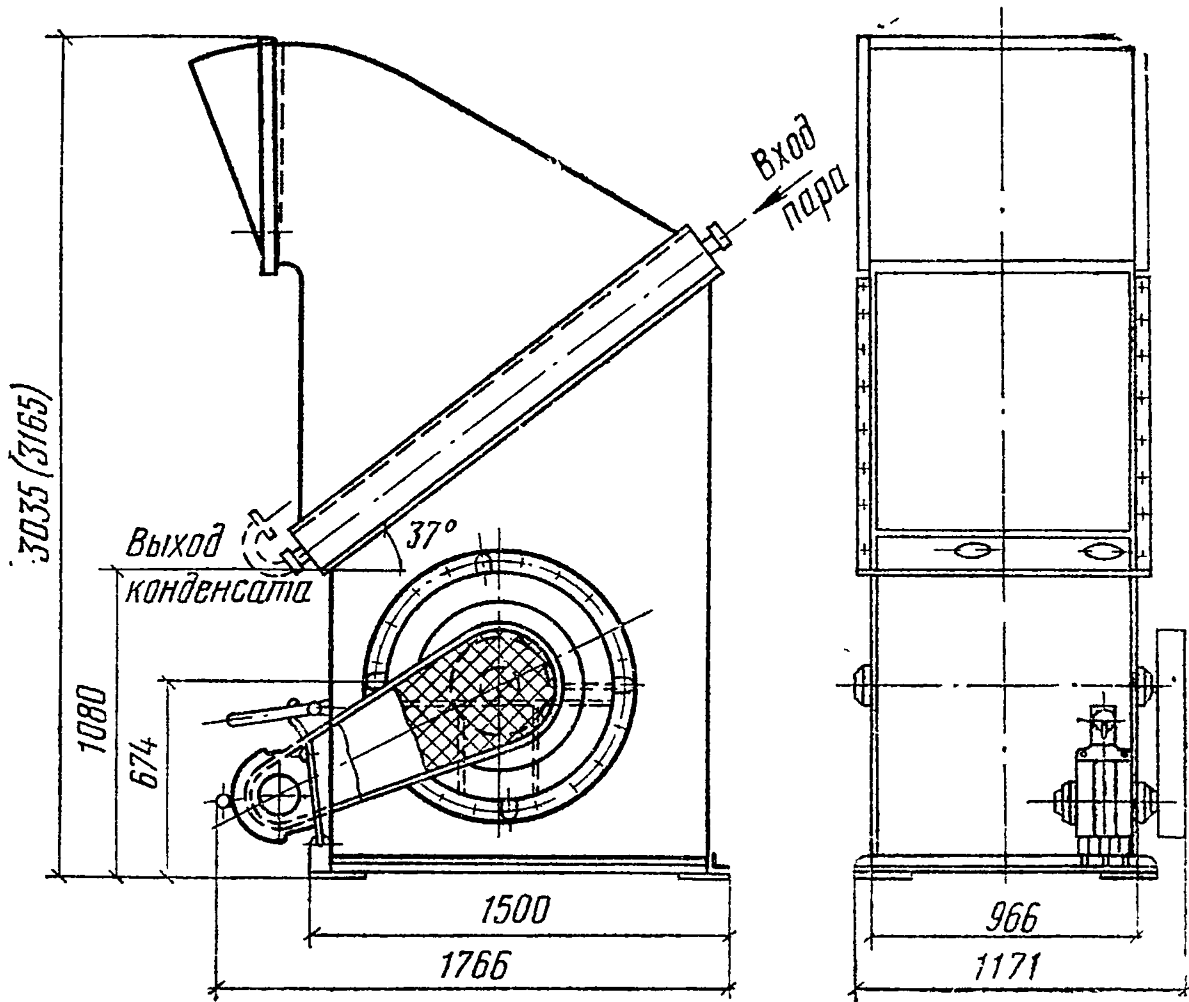
Показатели	При обогреве паром с давлением $P=5$ кгс/см²	При обогреве водой с температурой $t_{гор}=150$ °С и $t_{обр}=70$ °С
Температура воздуха, °С:		
начальная	16	16
конечная	55	55
Производительность по воздуху:		
м³/ч	8 770	8 490
кг/ч	10 700	10 360
Теплопроизводительность, тыс. ккал/ч	100	97
Скорость выхода воздуха, м/с	7,6	7,3
Масса агрегата, кг	178	299

Примечание. Размер 933 мм, указанный на схеме в скобках, относится к агрегату с калорифером для воды

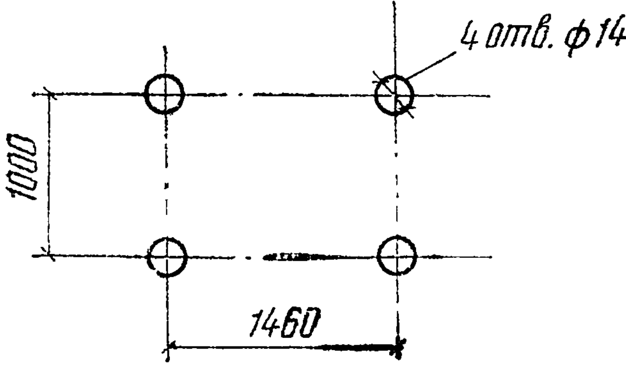
Отопительный агрегат типа СТД-300М

ТАБЛИЦА XIII.5

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ОТОПИТЕЛЬНОГО АГРЕГАТА ТИПА СТД-300М



Расположение отверстий в корпусе для фундаментных болтов



Продолжение табл. XIII.5

Показатели	При обогреве паром с избыточным давлением, кгс/см²			При обогреве водой с температурой	
	2	3	4	$t_{гор}$=130 °С и $t_{обр}$=70° С	$t_{гор}$=150° С и $t_{обр}$=70° С
Производительность по воздуху:					
м³/ч	28 800			25 000	
кг/ч	34 500			30 000	
Теплопроизводительность Q, тыс. ккал/ч	256	278	296	303	330
Конечная температура воздуха $t_к$, °С	47	49,5	50,6	60	61,8
Скорость выхода воздуха, м/с	11,8			10,3	
Масса агрегата, кг	846			1160	

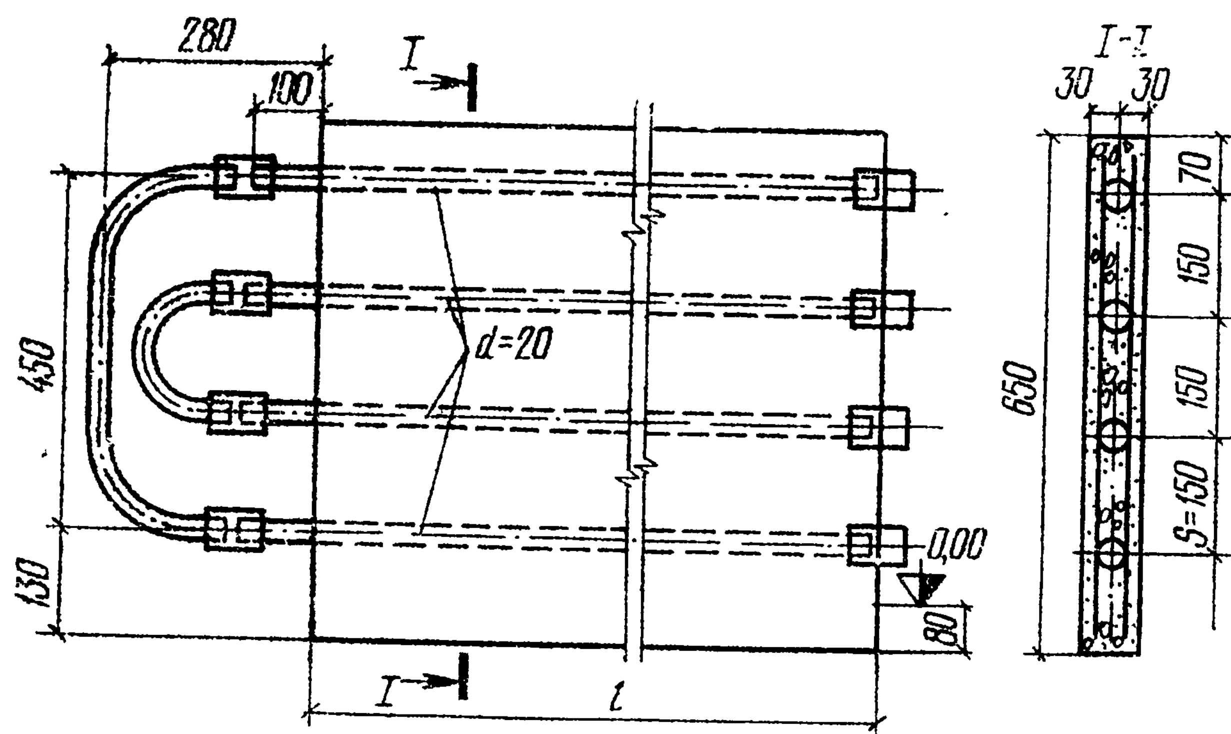
Примечание. Размер 3165 мм, указанный на схеме в скобках, относится к агрегату с калорифером для воды.

ПРИЛОЖЕНИЕ XIV

Панели отопительные

ТАБЛИЦА XIV.1

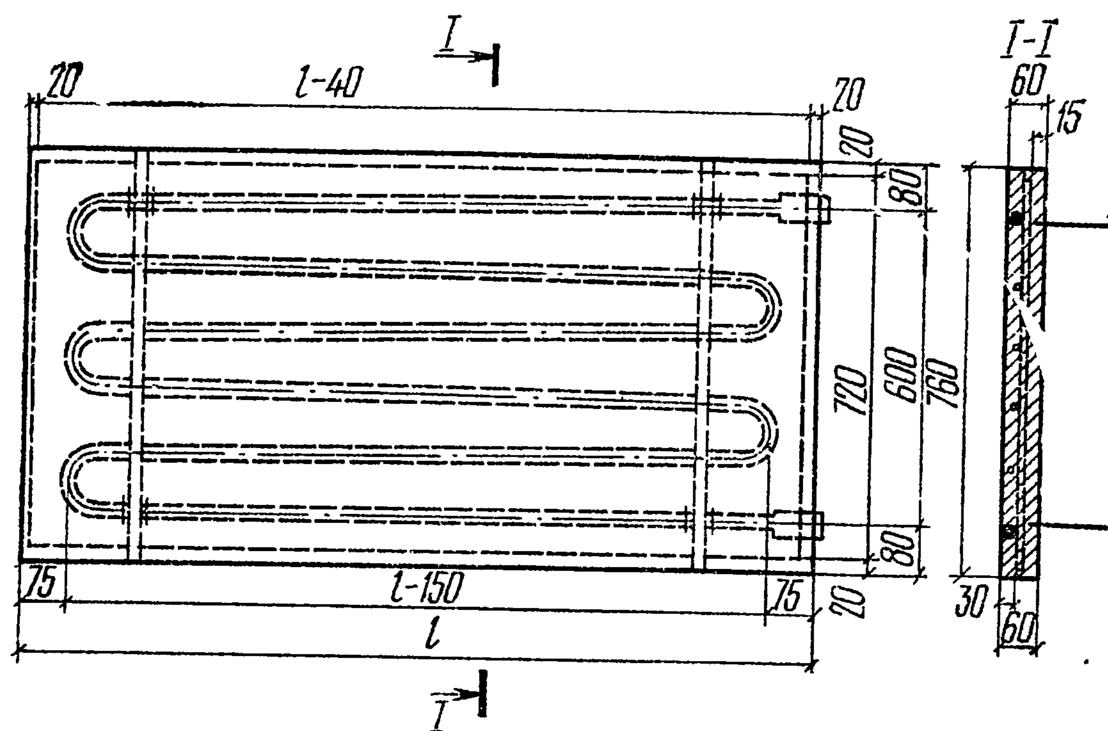
ПАНЕЛИ ОТОПИТЕЛЬНЫЕ ПЛИНТУСНЫЕ (КОНСТРУКЦИИ САКБ)



Тип панели	Длина l, мм	Поверхность нагрева м²	Объем бетона, м³	Масса, кг		
				арматуры	регистров	общая
БТ-24-6,5	2400	1,5	0,088	10,62	18,8	246
БТ-32-6,5	3200	2	0,118	13,64	24	330

ТАБЛИЦА XIV.2

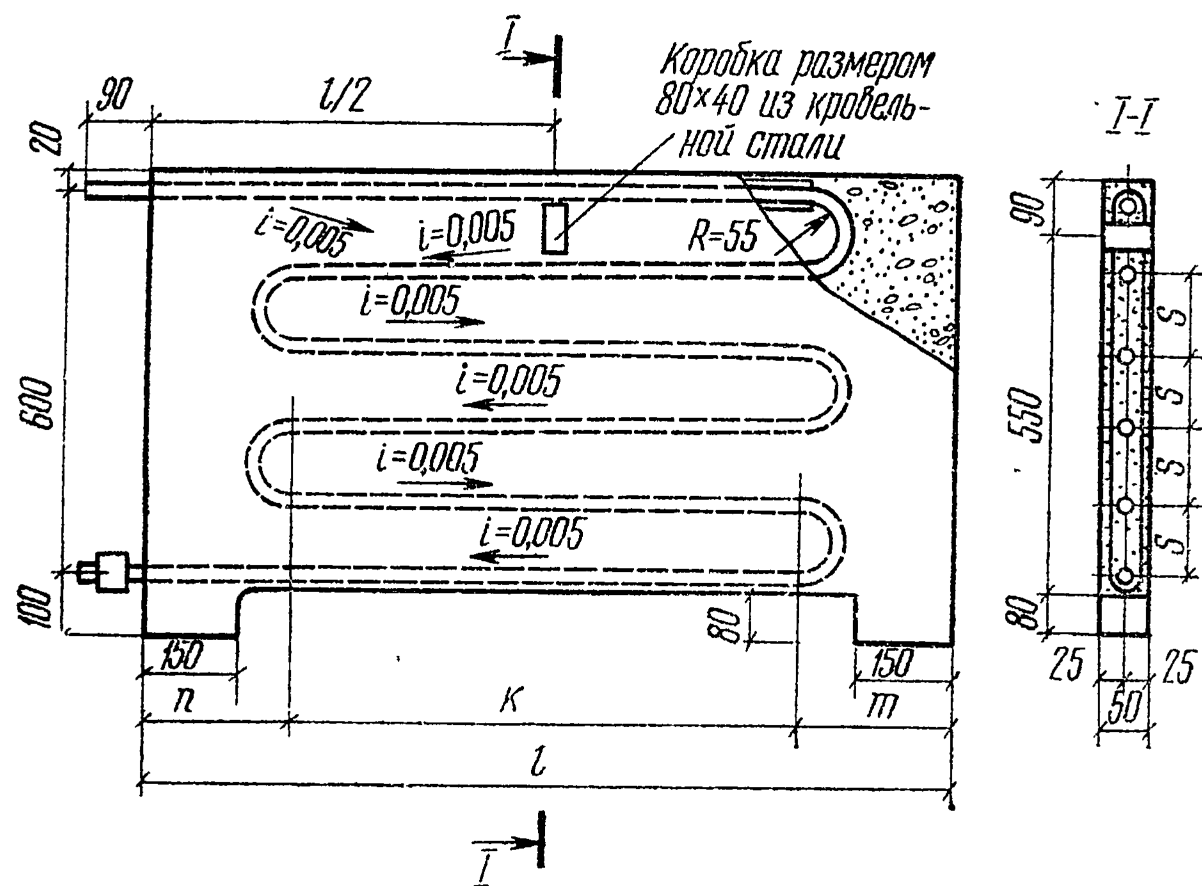
ПАНЕЛИ ОТОПИТЕЛЬНЫЕ ПОДОКОННЫЕ (КОНСТРУКЦИИ НИИСТ ГОССТРОЯ СССР)



Тип панели	Длина l, мм	Поверхность нагрева, м²	Объем бетона, м³	Масса, кг		
				арматуры	регистров	общая
П-1	1500	1,14	0,068	1,2	13,3	14,5

ТАБЛИЦА XIV.3

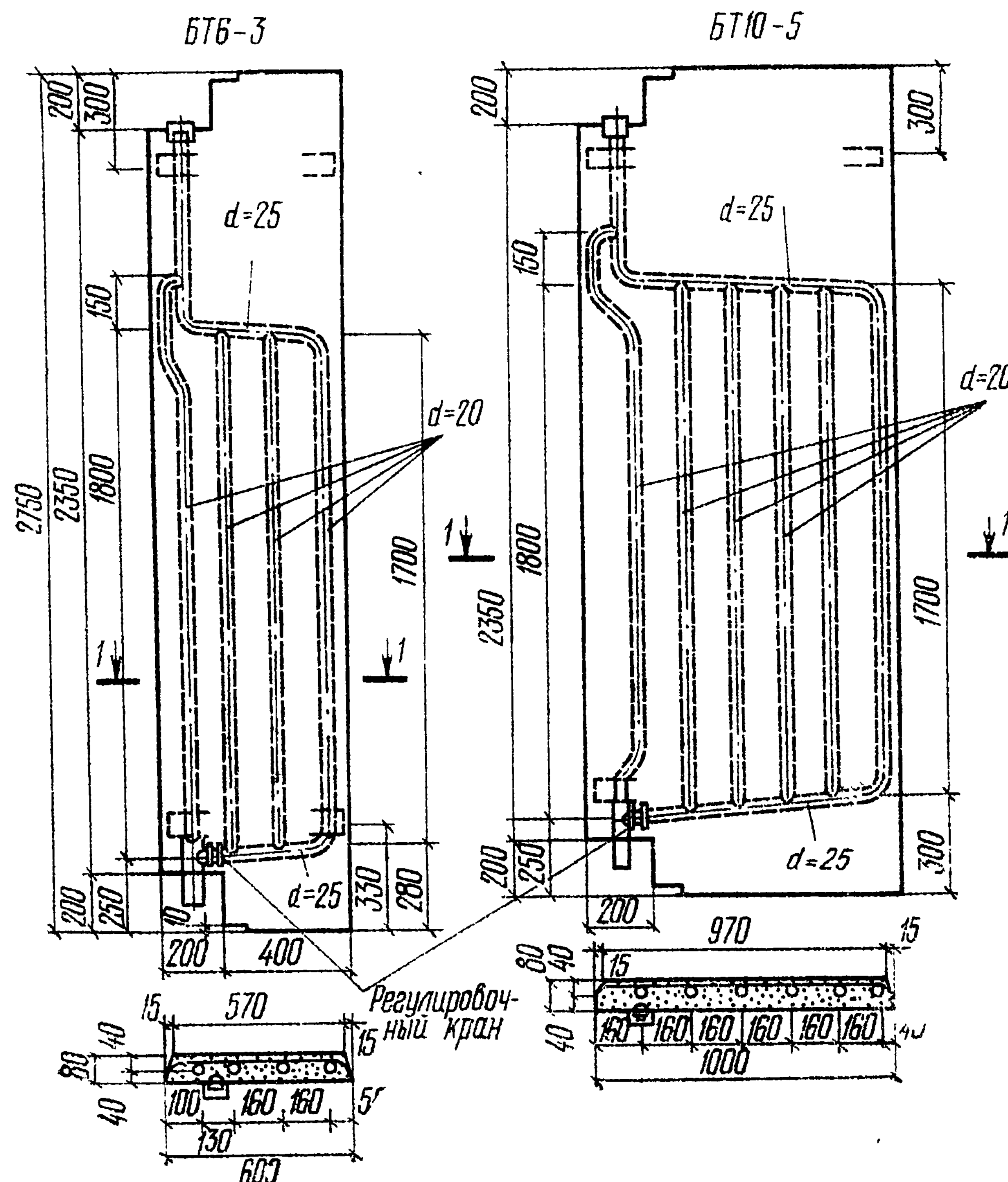
ПАНЕЛИ ОТОПИТЕЛЬНЫЕ ПОДОКОННЫЕ (КОНСТРУКЦИИ ИНСТИТУТА ЛЕНПРОЕКТ) С КОНВЕКТИВНЫМ КАНАЛОМ



Тип панели	Поверхность нагрева, м²	l	n	$к$	m	Общая масса, кг
		мм				
БТ-1	1,5 1,7	1400 1400	210 100	900 1200	290 100	114
БТ-2	1,5 1,7 1,9	1500 1500 1500	210 100 100	900 1200 1300	390 200 100	122
БТ-3	1,5 1,5 1,9	1600 1600 1600	210 100 100	900 1200 1300	490 300 200	130
БТ-4	1,5 1,7 1,9 2,25	1800 1800 1800 1800	210 100 100 100	900 1200 1300 1600	690 500 400 100	141

ТАБЛИЦА XIV.4

ПАНЕЛИ ОТОПИТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕГОРОДОЧНЫЕ ДЛЯ ОДНОТРУБНЫХ СИСТЕМ (КОНСТРУКЦИИ САКБ ДЛЯ ЗДАНИЙ С ВЫСОТОЙ ЭТАЖА 3 м)



Тип панели	n, шт.*	Поверхность нагрева м²	Объем бетона, м³	Масса, кг		
				регистров	арматуры	общая
БТ6-3	3	1,25×2	0,121	16,9	2,15	340
БТ6-6	6		0,118	25,46		320
БТ10-5	5	2,1×2	0,206	25,15	4,35	540
БТ10-8	8		0,203	33,59		
БТ10-11	11		0,2	42,15		

* n — число трубок регистра, кроме замыкающего участка

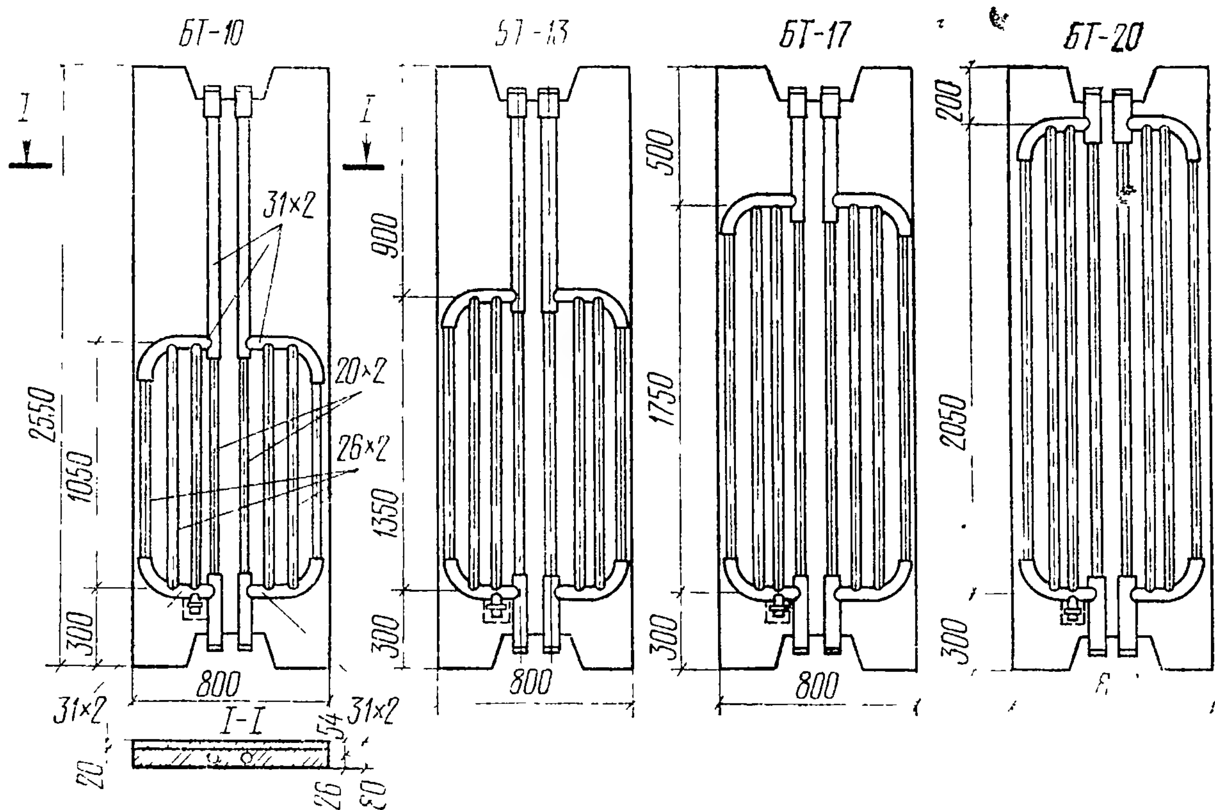


ТАБЛИЦА XIV.5

ПАНЕЛИ ОТОПИТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕГОРОДОЧНЫЕ ДЛЯ ДВУХТРУБНЫХ СИСТЕМ (КОНСТРУКЦИИ САКБ ДЛЯ ЗДАНИЙ С ВЫСОТОЙ ЭТАЖА 2,8 м)

Тип панели	Условная поверхность нагрева, м²	Объем бетона, м³	Масса, кг		
			арматуры	регистров	общая
БТ-10	1,12×2	0,152	6,18	8,21	390
БТ-13	1,36×2	0,151	6,18	9,21	
БТ-17	1,68×2	0,15	3,35	10,32	
БТ-20	1,9×2	0,149	3,35	11,21	

ПРИЛОЖЕНИЕ XV

Подогреватели пароводяные емкостные и водоводяные скоростные секционные

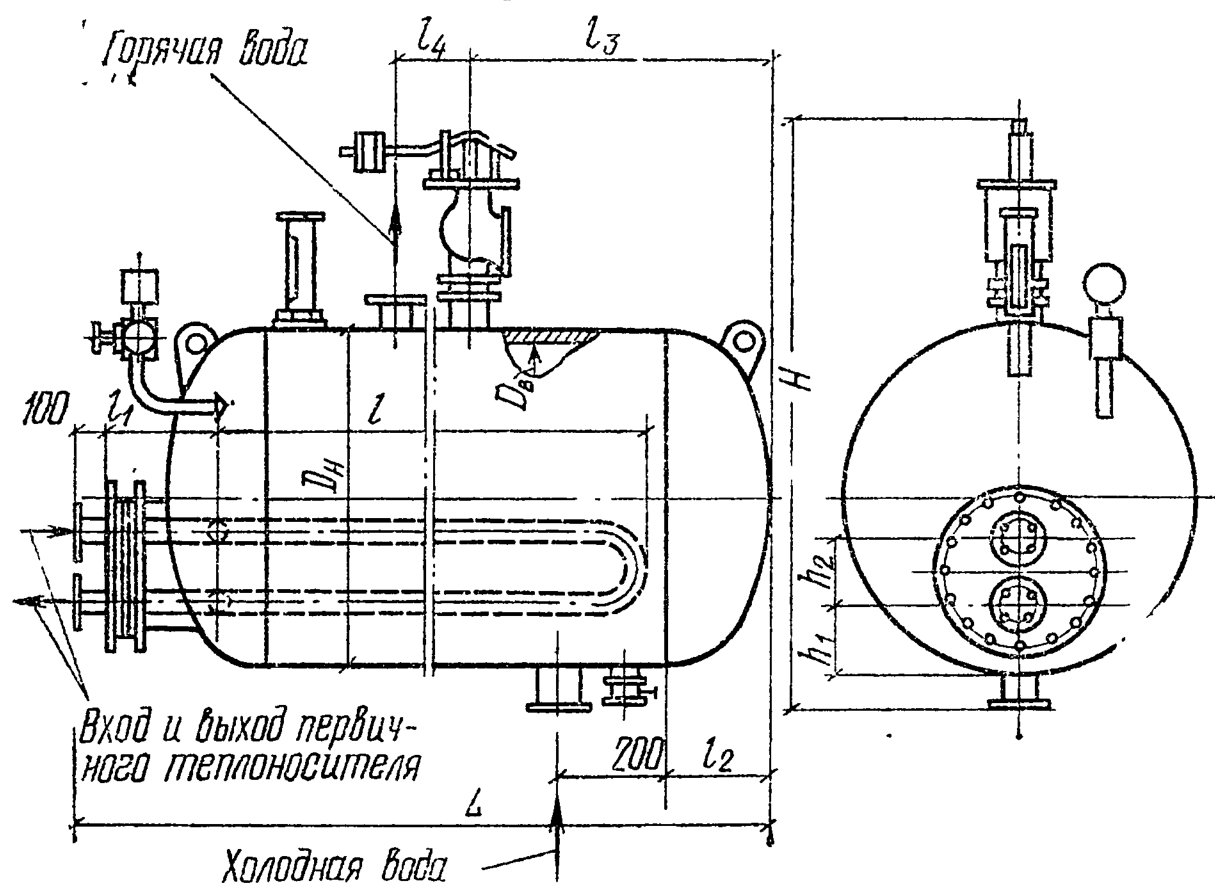


ТАБЛИЦА XV.1

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ЕМКОСТНЫХ ПАРОВОДЯНЫХ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ПОДОГРЕВАТЕЛЕЙ 3073—3078

Обозначение подогревателя	Размеры, мм											Емкость, л		Площадь поверхности нагрева змеевика, м²	Число трубок змеевика	Наружный и внутренний диаметры трубок змеевика $d_н/d_в$, мм	Площадь живого сечения стальных трубок $f_{тр}$, м²	Масса (без воды), кг
	$D_н$	$D_в$	L	l	l_1	l_2	l_3	l_4	H	h_1	h_2	общая	рабочая					
3073 (№ 0,4)	712	700	1515	900	290,5	206	406	440	1250	115	200	440	400	0,475	2	33,5/27	0,0012	209
3074 (№ 0,6)	712	700	2155	1567	290,5	206	506	900	1250	115	200	690	640	0,76	2	33,5/27	0,0012	260
3075 (№ 1)	916	900	2156	1127	341	258	458	900	1454	156	260	1125	1000	1,22	3	48/41	0,0039	408
3076 (№ 1,6)	916	900	3157	1906	341	258	1458	900	1454	156	260	1766	1600	1,93	3	48/41	0,0039	529
3077 (№ 2,5)	1216	1200	2813	2193	341	333	1033	900	1754	188	260	2680	2500	2,88	4	48/41	0,0052	678
3078 (№ 4)	1216	1200	4313	3693	342	333	2533	900	1754	188	260	4400	4000	4,7	4	48/41	0,0052	950

Примечания: 1. Максимальное рабочее давление пара и нагреваемой воды 5 кгс/см²

2. Подогреватели емкостные пароводяные горизонтальные 3073—3078, предназначенные в основном для систем горячего водоснабжения с периодическим разбором воды, выпускаются по нормали, разработанной проектно-конструкторским бюро Главцентропроммонтаж треста Проммонтажконструкция (г. Харьков).

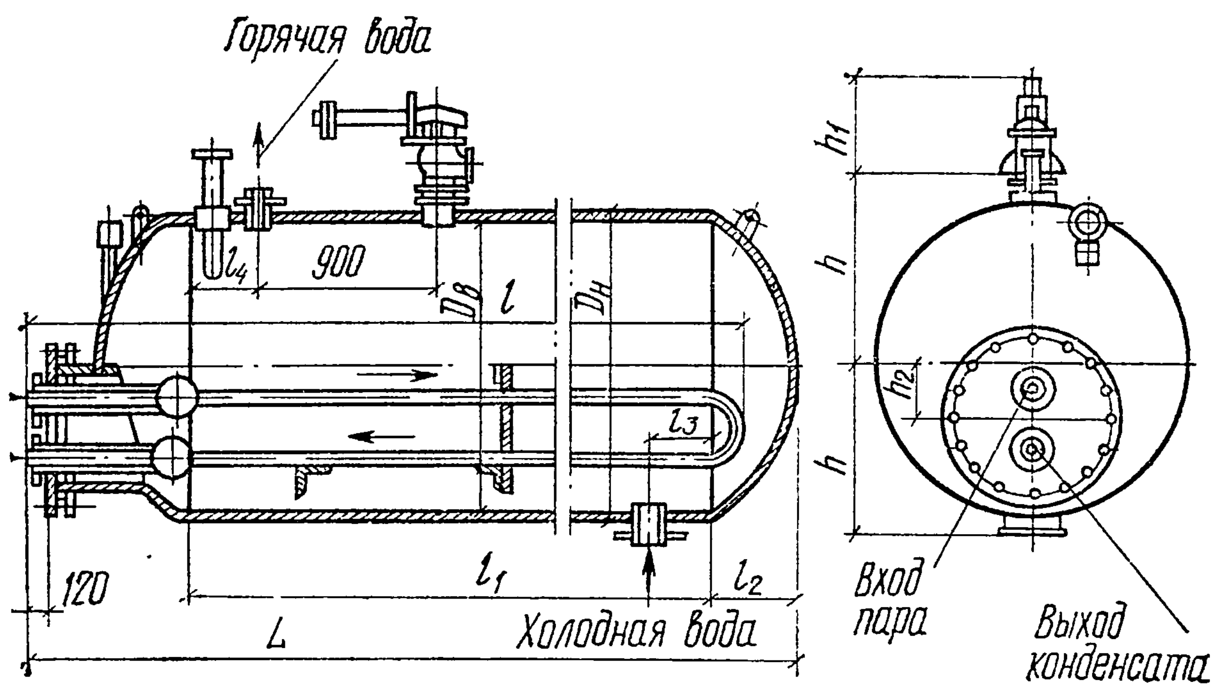


ТАБЛИЦА XV.2

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ЕМКОСТНЫХ ПАРОВОДЯНЫХ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ПОДОГРЕВАТЕЛЕЙ СТД 3068—3071

Обозначение подогревателя	Размеры, мм											Емкость, л		Площадь поверхности нагрева змеевика, м²	Число трубок змеевика	Наружный и внутренний диаметры трубок змеевика, $d_н/d_в$, мм	Площадь живого сечения стальных трубок $f_{тр}$, м²	Общая масса, кг
	$D_н$	$D_в$	L	l	l_1	l_2	l_3	l_4	h	h_1	h_2	общая	рабочая					
СТД 3068 (№ 1)	916	900	2280	1558	1500	260	200	300	565	361	120	1180	1000	1,3	3	48/41	0,0039	427,5
СТД 3069 (№ 1, 6)	916	900	3380	2386	2600	260	200	300	565	361	120	1180	1600	2,06	3	48,41	0,0039	569
СТД 3070 (№ 2, 5)	1216	1200	3032	2845	2100	335	300	400	715	358	240	2890	2500	3,16	4	48/41	0,0052	706
СТД 3071 (№ 4)	1216	1200	4432	4160	3400	335	300	400	715	358	240	4460	4000	4,78	4	48/41	0,0052	1030

Примечания: 1. Максимальное рабочее давление пара и нагреваемой воды 5 кгс/см².
2. Конструкция подогревателей разработана проектно-конструкторским бюро треста Сантехдеталь Минмонтажспецстроя СССР.

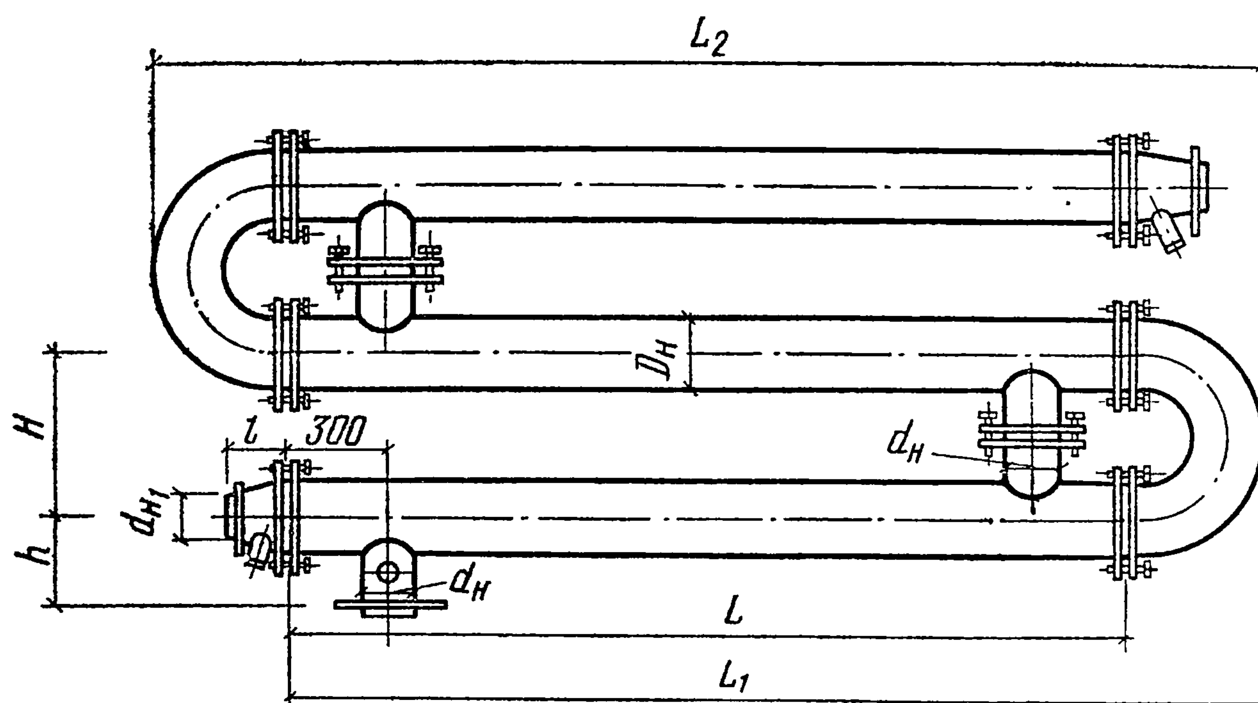


ТАБЛИЦА XV.3

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ВОДОВОДЯНЫХ СКОРОСТНЫХ СЕКЦИОННЫХ ПОДОГРЕВАТЕЛЕЙ ПО ОТРАСЛЕВЫМ СТАНДАРТАМ 34588—68

Обозначение подогревателя	Размеры, мм									Площадь поверхности нагрева одной секции, м²	Число трубок	Площадь живого сечения, м²		Масса одной секции, кг
	$D_н$	$d_н$	$d_{н_1}$	L	L_1	L_2	l	H	h			трубок	межтрубного пространства	
020СТ 34588—68	57	45	45	4000	4110	4220	70	150	75	0,75	4	0,00062	0,00116	45,2
040СТ 34588—68	76	57	57	4000	4150	4300	80	200	100	1,31	7	0,00108	0,00233	61,6
060СТ 34588—68	89	76	76	4000	4170	4340	85	240	120	2,24	12	0,00185	0,00287	80,4
080СТ 34588—68	114	89	89	4000	4212	4424	90	300	150	3,54	19	0,00293	0,005	114
100СТ 34588—68	168	133	108	4000	4310	4620	142	400	200	6,9	37	0,0057	0,0122	207
120СТ 34588—68	219	168	159	4000	4416	4832	154	500	250	12	64	0,00985	0,02079	322
140СТ 34588—68	273	219	219	4000	4516	5032	178	600	300	20,3	109	0,1679	0,03077	487
160СТ 34588—68	325	273	219	4000	4616	5232	200	700	350	28	151	0,02325	0,04464	663
180СТ 34588—68	377	325	273	4000	4715	5430	322	800	400	40,1	216	0,03325	0,05781	901
200СТ 34588—68	426	377	325	4000	4812	5624	374	900	450	52,5	283	0,04356	0,07191	1138
220СТ 34588—68	530	426	377	4000	4776	5552	342	900	450	83,4	450	0,06927	0,11544	1683

Примечания: 1. В таблице приведены данные при длине секции 4 м.
2. Подогреватели выполняются разъемными на $P_у$ 10 кгс/см² при предельной температуре воды 180 °С
3. Трубки латунные ⌀ 16×1 мм по ГОСТ 494—69

ТАБЛИЦА XV.4

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ВОДОВОДЯНЫХ СКОРОСТНЫХ СЕКЦИОННЫХ ПОДОГРЕВАТЕЛЕЙ ПО МВН 2052-62

Обозначение подогревателя	Внутренний диаметр, мм	Площадь поверхности нагрева одной секции, м^2	Число трубок	Площадь живого сечения	
				трубок	межтрубного пространства
МВН 2052-22	50	0,77	4	0,00036	0,00116
МВН 2052-24	64	1,35	7	0,00116	0,00181
МВН 2052-26	82	2,32	12	0,00198	0,00287
МВН 2052-28	106	3,66	19	0,00314	0,005
МВН 2052-30	158	7,14	37	0,00612	0,0122
МВН 2052-32	207	13,3	69	0,0114	0,0198
МВН 2052-34	259	21	109	0,018	0,0308
МВН 2052-36	309	29,1	151	0,025	0,0446

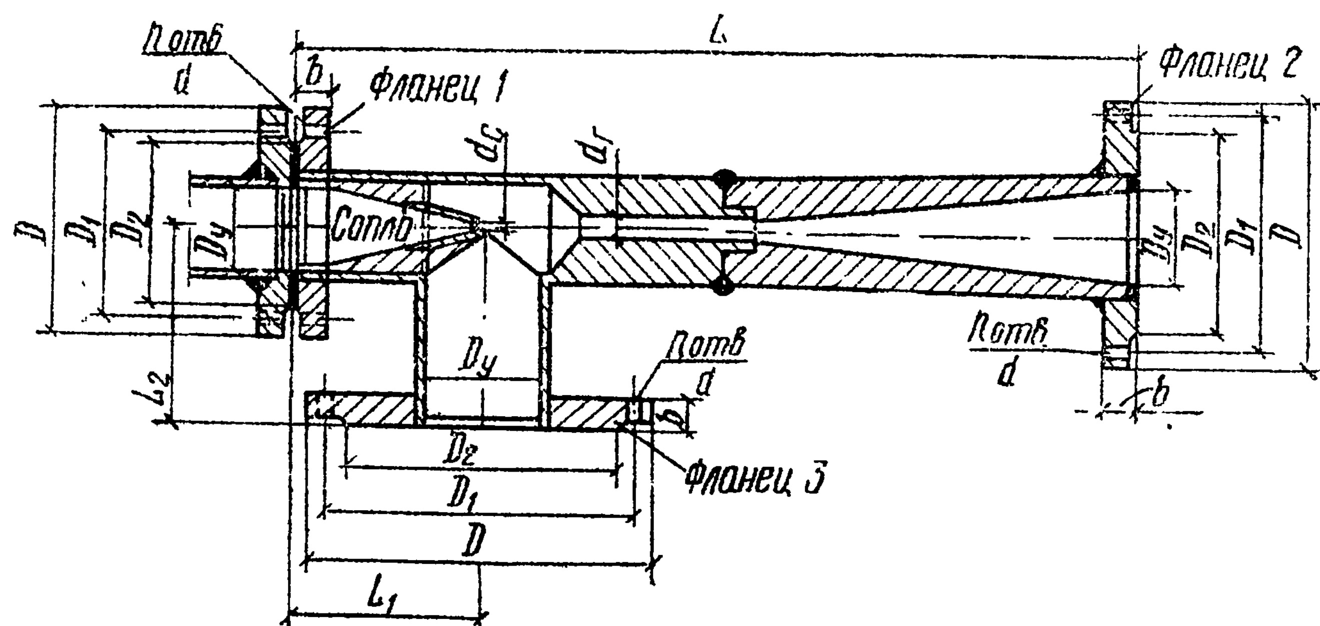
Примечание. Трубки латунные ⌀ 16×1 мм по ГОСТ 494—69.

ПРИЛОЖЕНИЕ XVI

Элеваторы водоструйные

ТАБЛИЦА XVI.1

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, СТАЛЬНЫХ ЭЛЕВАТОРОВ КОНСТРУКЦИИ ВТИ-МОСЭНЕРГО НА $P_{раб}$ 10 кгс/см^2

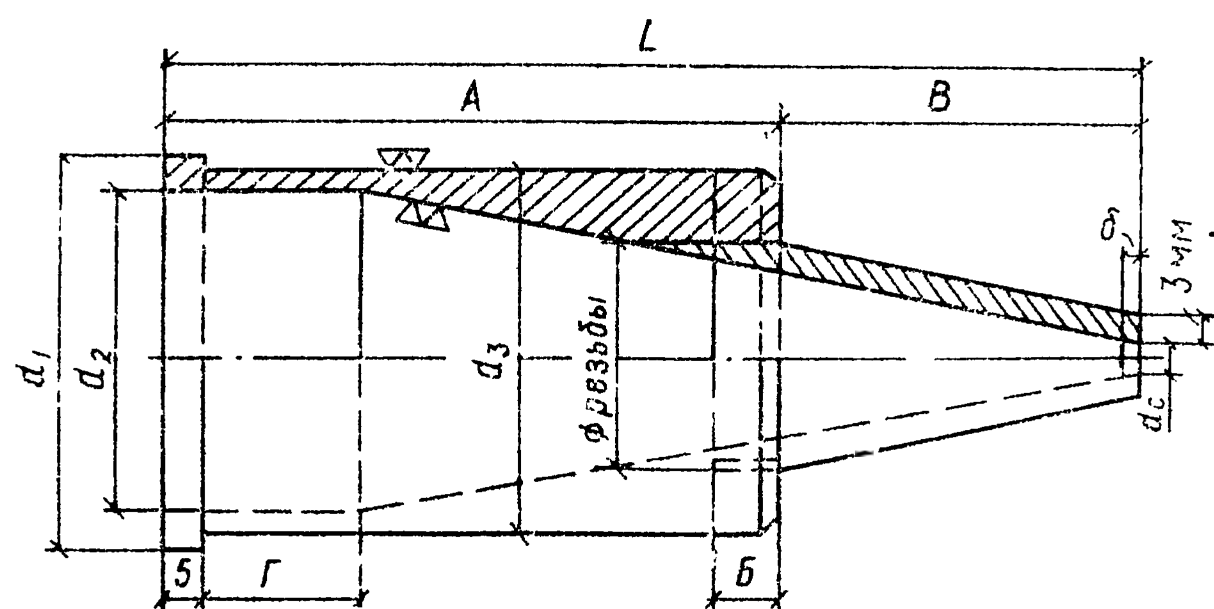


№ элеватора	L	L_1	L_2	$d_с$	$d_г$	Фланец 1: $D_у$	D	D_1	D_2	d	b	n, шт.	Фланцы 2 и 3: $D_у$	D	D_1	D_2	d	b	n, шт.
1	425	90	110		15	40	145	110	88		18		50	160	125	102		21	4
2	425	90	110		20	40	145	110	88		18		50	160	125	102		21	4
3	625	135	155		25	50	160	125	102		19		80	195	160	138		25	4
4	625	135	155	*	30	50	160	125	102	18	19	4	80	195	160	138	18	25	4
5	625	135	155		35	50	160	125	102		19		80	195	100	138		25	4
6	720	180	175		47	80	195	160	138		20		100	215	180	158		27	8
7	720	180	175		59	80	195	160	138		20		100	215	180	158		27	8

* По расчету.

ТАБЛИЦА XVI.2

РАЗМЕРЫ, мм, СОПЛА К ЭЛЕВАТОРАМ



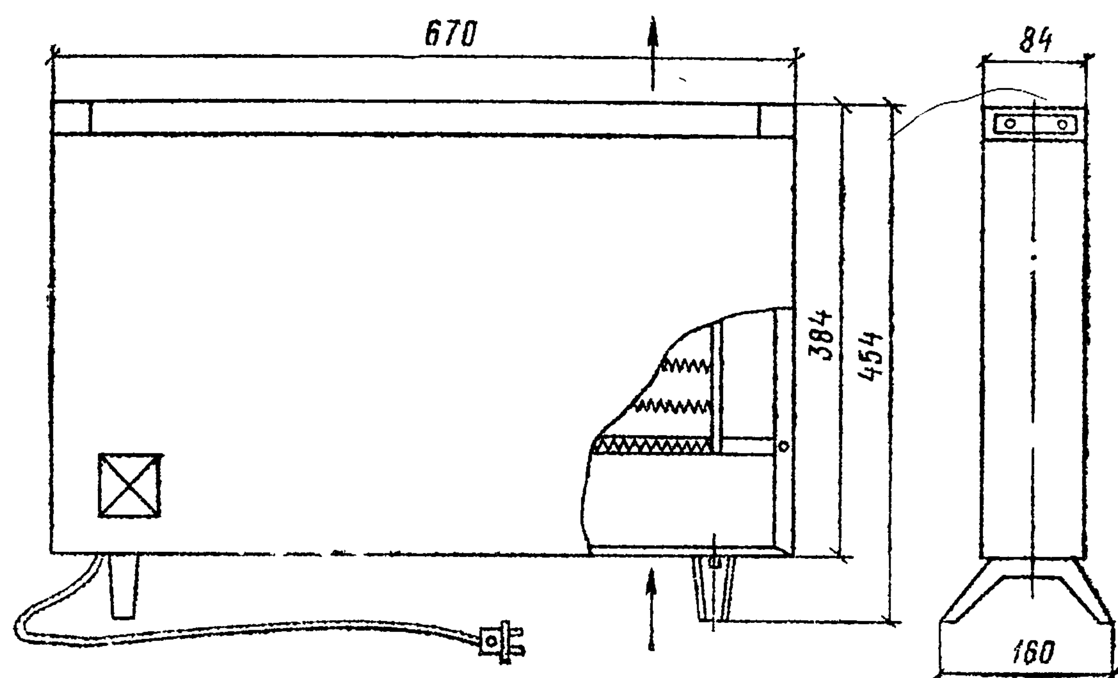
№ элеватора	L	A	Б	B	Г	δ	d_1	d_2	d_3	Диаметр резьбы	
										$d_н$	$d_в$
1	110	65	10	45	20	4	44	32	39	16.66	14,95
2	100	65	10	35	20	2	44	32	39	16,66	14,95
3	145	105	10	40	30	5	56	44	49	26,44	24,12
4	135	105	5	35	30	3	56	44	49	26,44	24,12
5	125	105	10	20	30	3	56	44	49	26,44	24,12
6	175	130	15	45	35	2	88	72	81	41,91	38,95
7	175	130	15	25	35	2	88	72	81	41,91	38,95

4. ОБОРУДОВАНИЕ СИСТЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОТОПЛЕНИЯ

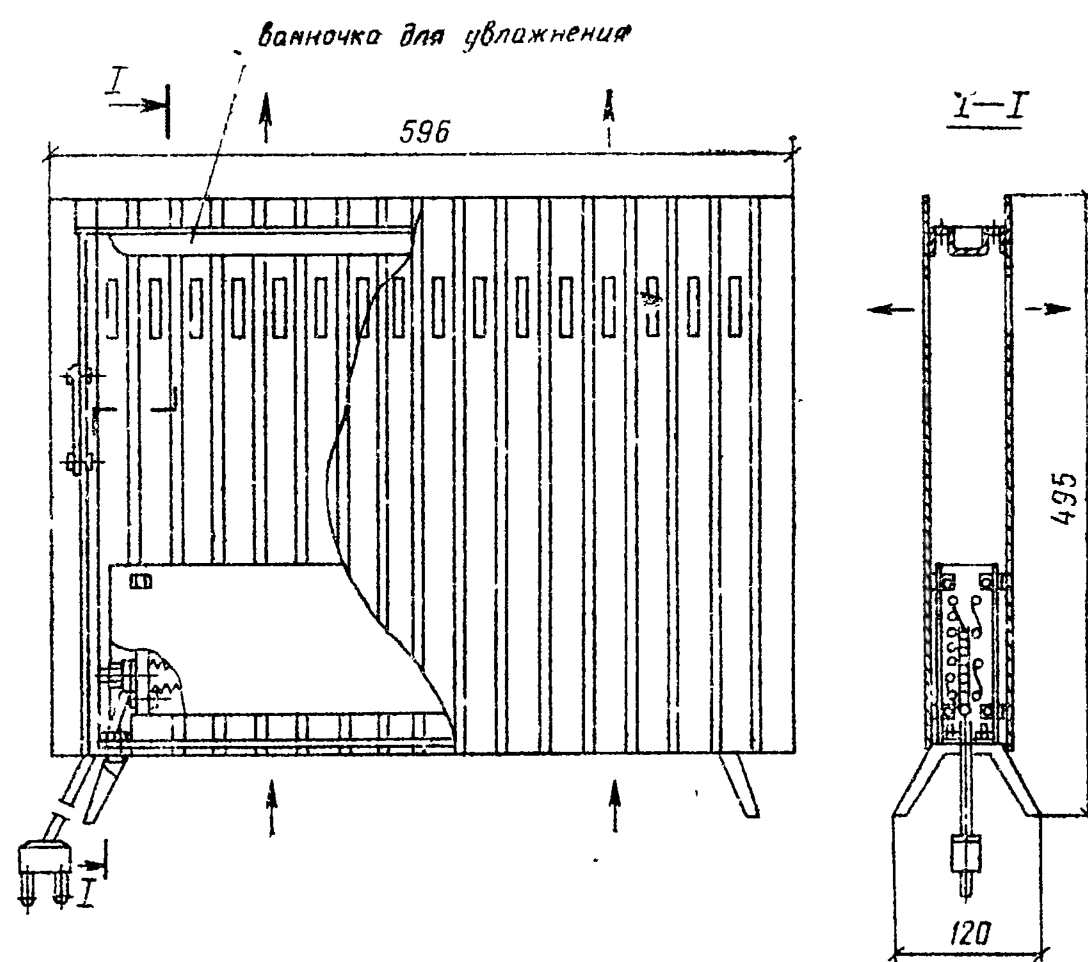
ПРИЛОЖЕНИЕ XVII

Нагревательные приборы систем электрического отопления

Электроконвектор «Огонек» массой 6,5 кг (не более) с напряжением 220 В и мощностью 1,2 кВт (максимальная температура на поверхности кожуха 90° С; мощность регулируется 4-позиционным переключателем, размещенным на кожухе)



Электроконвектор ВОБ-1,25М1 массой 6,6 кг с напряжением 220 В и мощностью 1,25 кВт*



Электроконвектор «Комфорт» массой 5 кг с напряжением 220 В и мощностью 1,25 кВт (с двумя ступенями переключения мощности — 0,625 и 1,25 кВт)

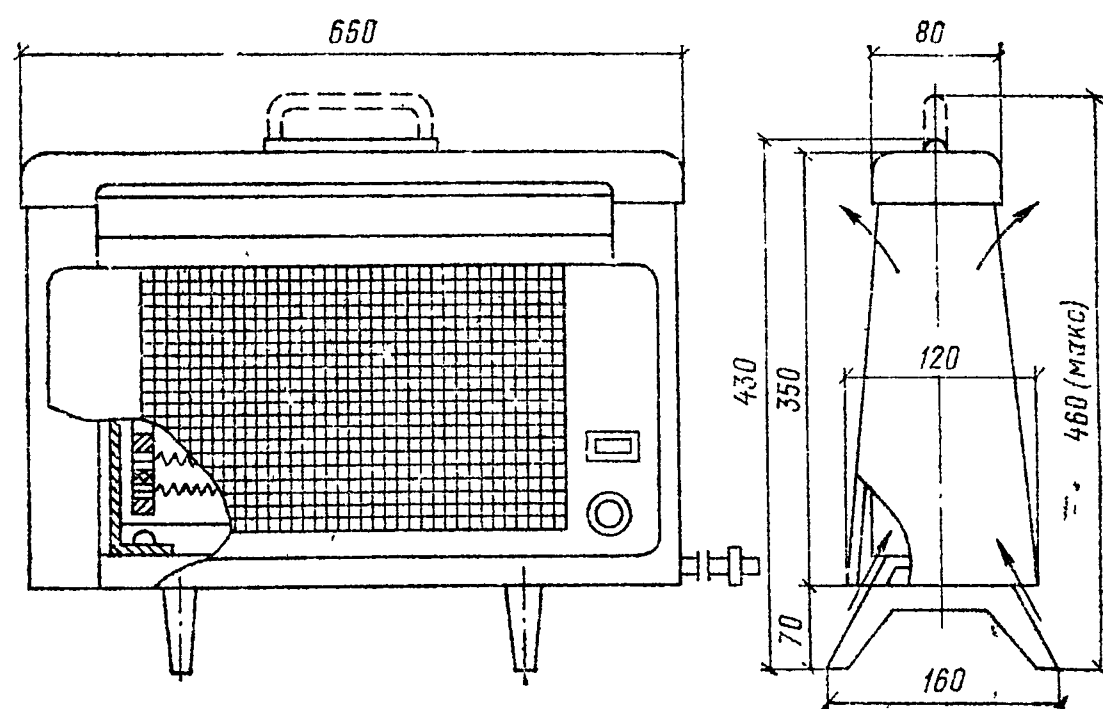
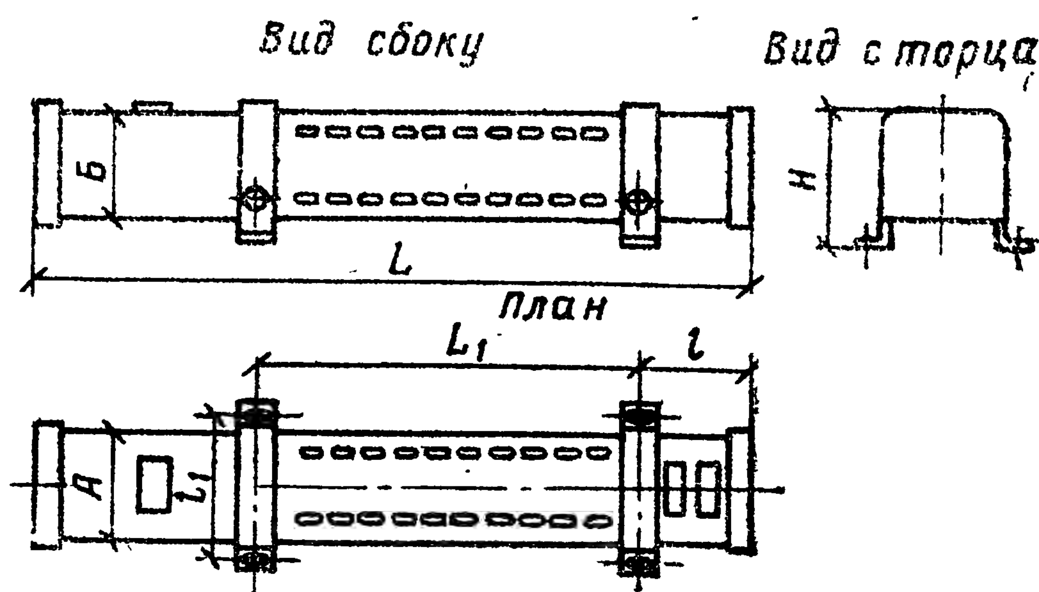


ТАБЛИЦА XVII.1

ПЕЧИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ТИПА ПЭТ

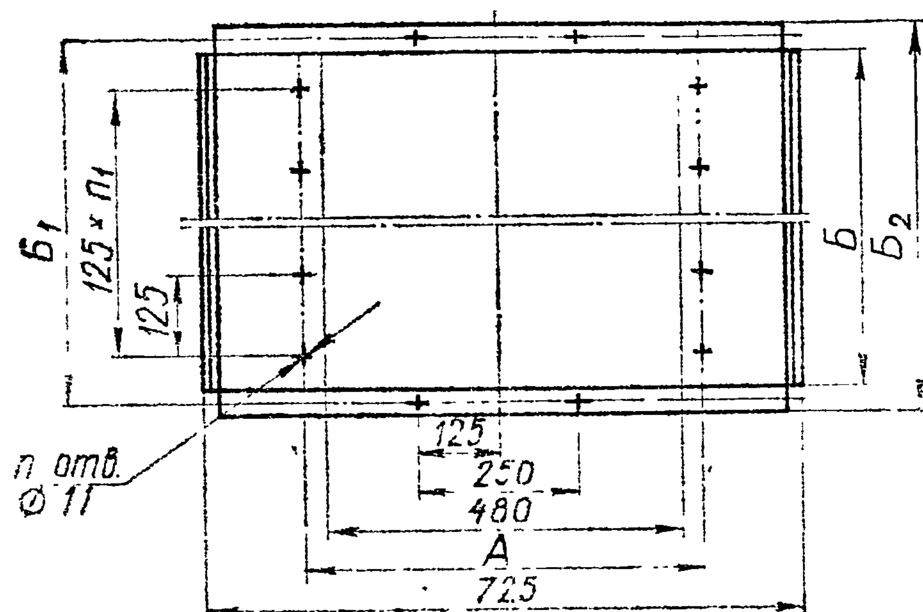


Продолжение табл. XVII.1

Тип	А	Б	L	L_1	l	l_1	H	Напряжение, В	Мощность кВт	Масса, кг	Назначение
ПЭТ-9	105	100	625	345	100	127	120	220	0,5	5	Для бытовых и производственных помещений
ПЭТ-5	105	100	625	345	100	127	120	500	0,76	5	
ПЭТ-7	105	100	625	345	100	127	120	220	0,76	5	
ПЭТ-4	180	130	656	390	95	216	170	220	1,0	6	

ТАБЛИЦА XVII.2

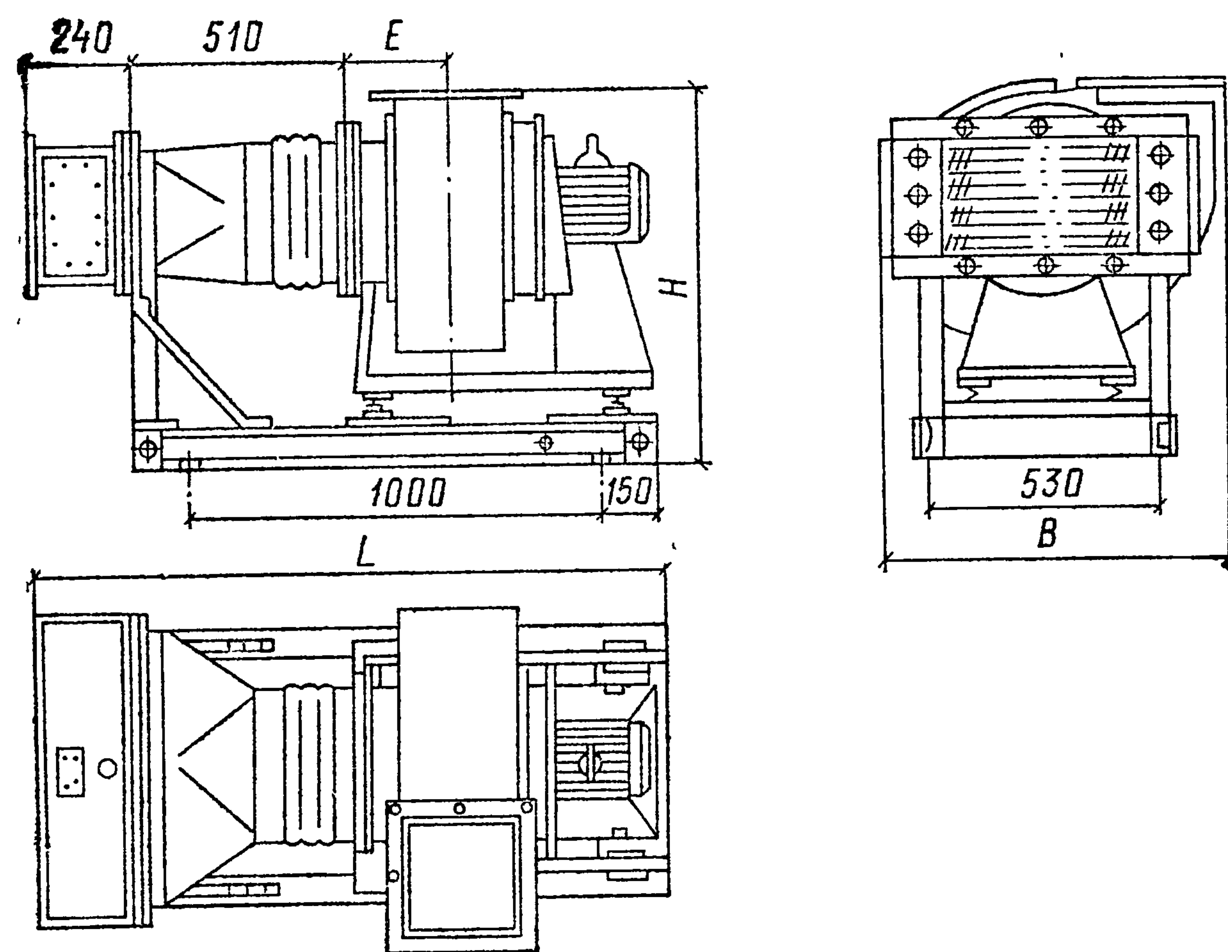
ЭЛЕКТРОКАЛОРИФЕРЫ СЕРИИ СФО



Тип калорифера	Размеры, мм				n, шт.	r_1
	А	Б	$Б_1$	$Б_2$		
СФО-25/1Т-МО1	524	190	235	270	20	1
СФО-40/1Т-МО1	524	325	370	440	24	2
СФО-60/1Т-МО1	524	460	505	540	28	3
СФО-100/1Т-МО1	524	595	640	675	32	4
СФО-160/1Т-МО1	524	1000	1045	1085	44	7
СФО-250/1Т-МО1	524	1540	1585	1625	60	11

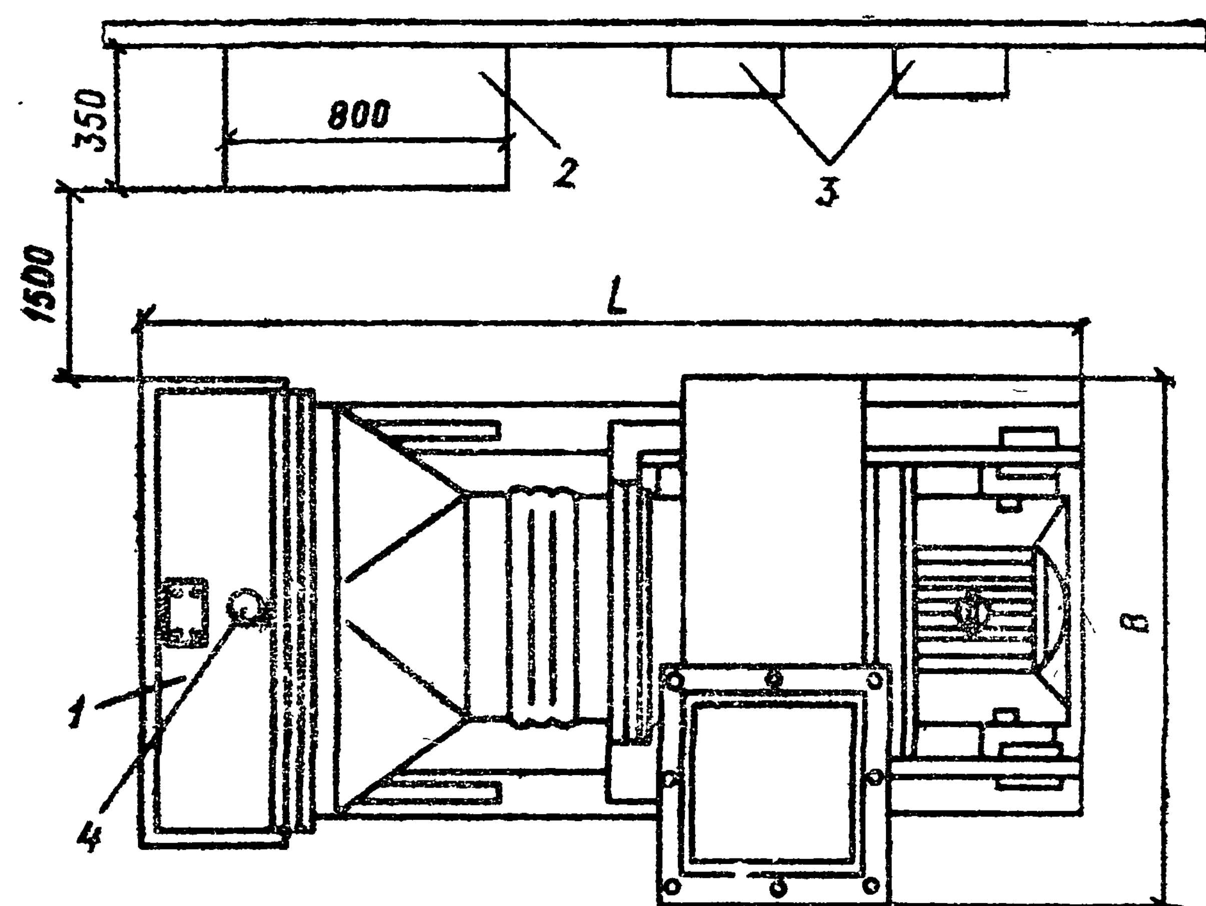
ТАБЛИЦА XVII.3

ЭЛЕКТРОКАЛОРИФЕРНЫЕ УСТАНОВКИ СЕРИИ СФОА



Тип калориферной установки	H	E	L	B	Масса, кг
СФОА-16/0,5ТЦ-М2/1	1025	215—220	1540	790	195
СФОА-25/0,5ТЦ-М2/1	1025	215—220	1540	790	200
СФОА-40/0,5ТЦ-М2/1	1200	218—248	1540	900	230
СФОА-60/0,5ТЦ-М2/1	1200	250—253	1540	900	245
СФОА-100/0,5ТЦ-М2/1	1600	305—350	1540	1100	358

Рекомендуемая компоновка электрокалориферной установки

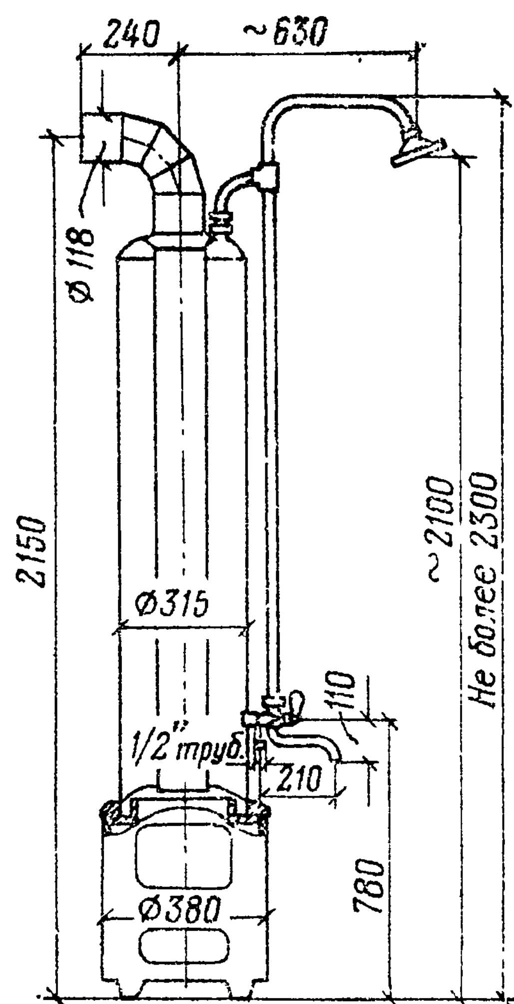


1 — электрокалориферная установка; 2 — щит управления; 3 — датчики; 4 — место установки ТР-200

5. ОБОРУДОВАНИЕ СИСТЕМ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ГАЗОСНАБЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ XVIII

Водонагреватели местные для горячего водоснабжения



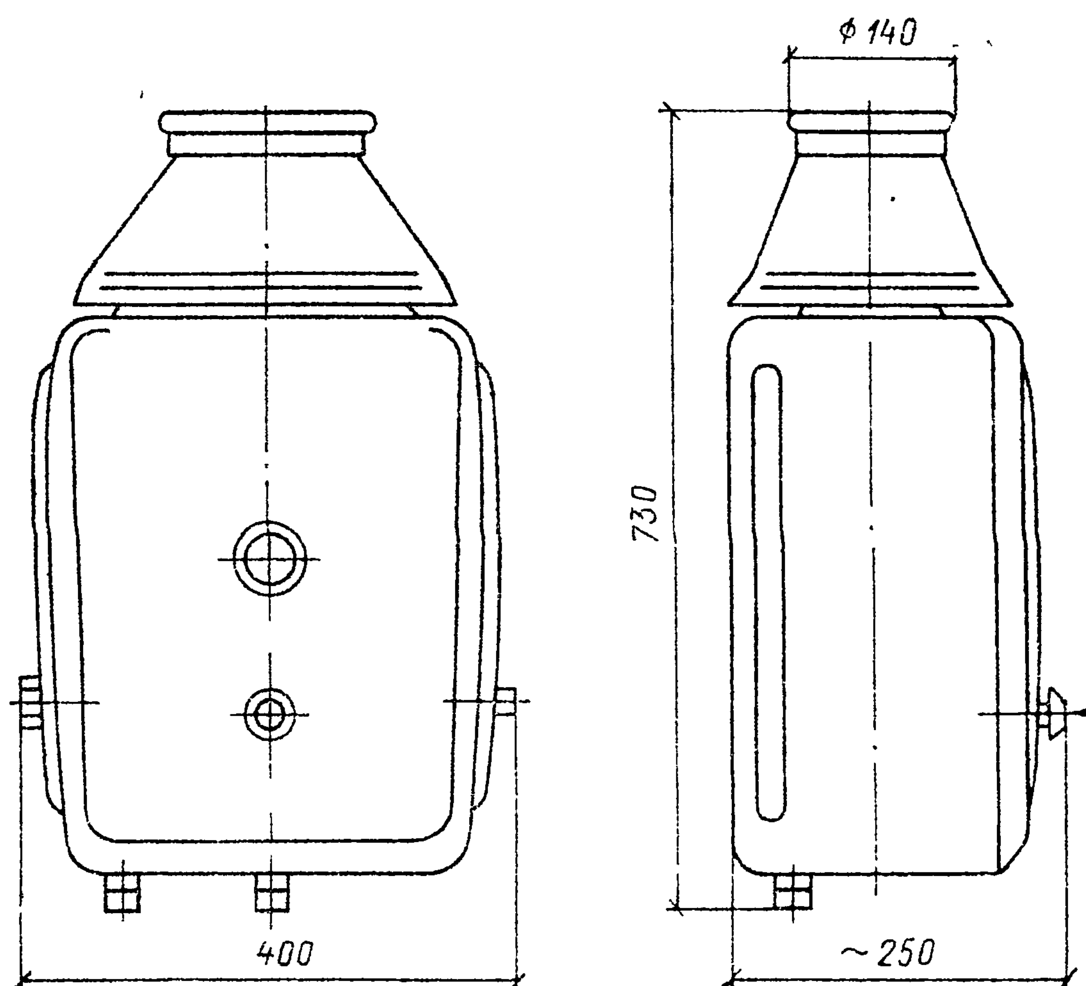
Техническая характеристика колонок водогрейных для ванн (по ГОСТ 8870—58)

Время нагрева воды до 70 °С, мин	45—60
Емкость водяного бака, л	92±2
Максимальное избыточное давление в водяном баке при пользовании душем, кгс/см²	1
Диаметр, мм:	
трубопровода, подводящего холодную воду	15
дымоотводящего патрубка	118
Масса колонки без воды, кг	90

Примечание. Топка колонки предназначена для сжигания твердого топлива.

ТАБЛИЦА XVIII.1

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ПРОТОЧНЫХ ГАЗОВЫХ ВОДОНАГРЕВАТЕЛЕЙ



Показатели	КГИ-56	ГВА-1	ГВА-3	Л-3	ВПГ-18
Номинальная тепловая нагрузка, ккал/ч	25 000	22 500	21 200	18 000	18 000
Расход воды при ее нагреве на 50 °С, л/мин	7,5	6	6	4,8	4,8

Продолжение табл. XVIII.1

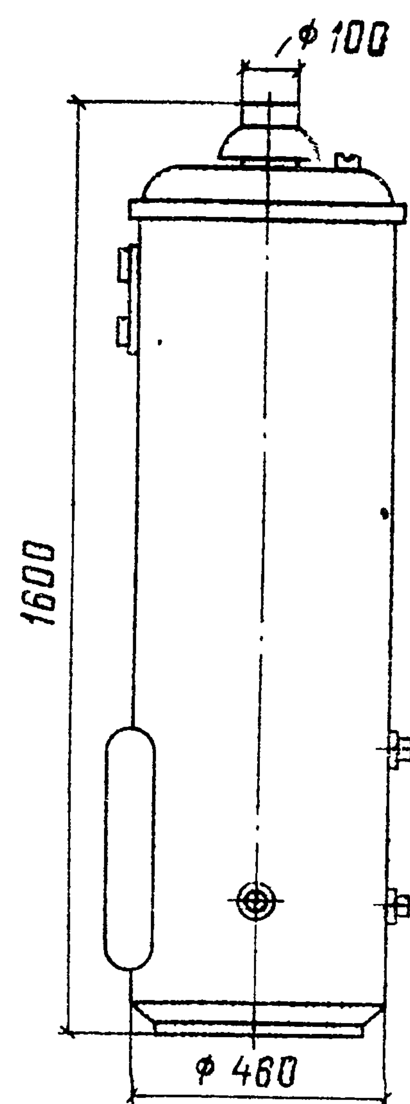
Показатели	КГИ-56	ГВА-1	ГВА-3	Л-3	ВПГ-18
Диаметр:					
дымоотводящего патрубка, мм	130	125	125	128	140
трубопровода газа, дюймы	3/4	3/4	3/4	3/4	1/2
трубопровода холодной и горячей воды, дюймы	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2
Масса, кг	23	14	19,5	17,6	18

Примечания. 1. На схеме показан водонагреватель ВПГ-18. Общий вид установки водонагревателя КГИ-56 приведен на рис. 44.2.

2. Водонагреватель ГВА-1 снят с производства, его технические данные приводятся для справок.

ТАБЛИЦА XVIII.2

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ЕМКОСТНЫХ ГАЗОВЫХ ВОДОНАГРЕВАТЕЛЕЙ



Показатели	АГВ-80М	АГВ-120
Тепловая нагрузка основной горелки, ккал/ч	6000	1[illegible] 000
Емкость водяного бака, л	80	120
Диаметр:		
дымоотводящего патрубка, мм	80	100
трубопровода газа, дюймы	3/4	3/4
трубопровода холодной и горячей воды, дюймы	1 1/2	1 1/2
Масса, кг	85	100

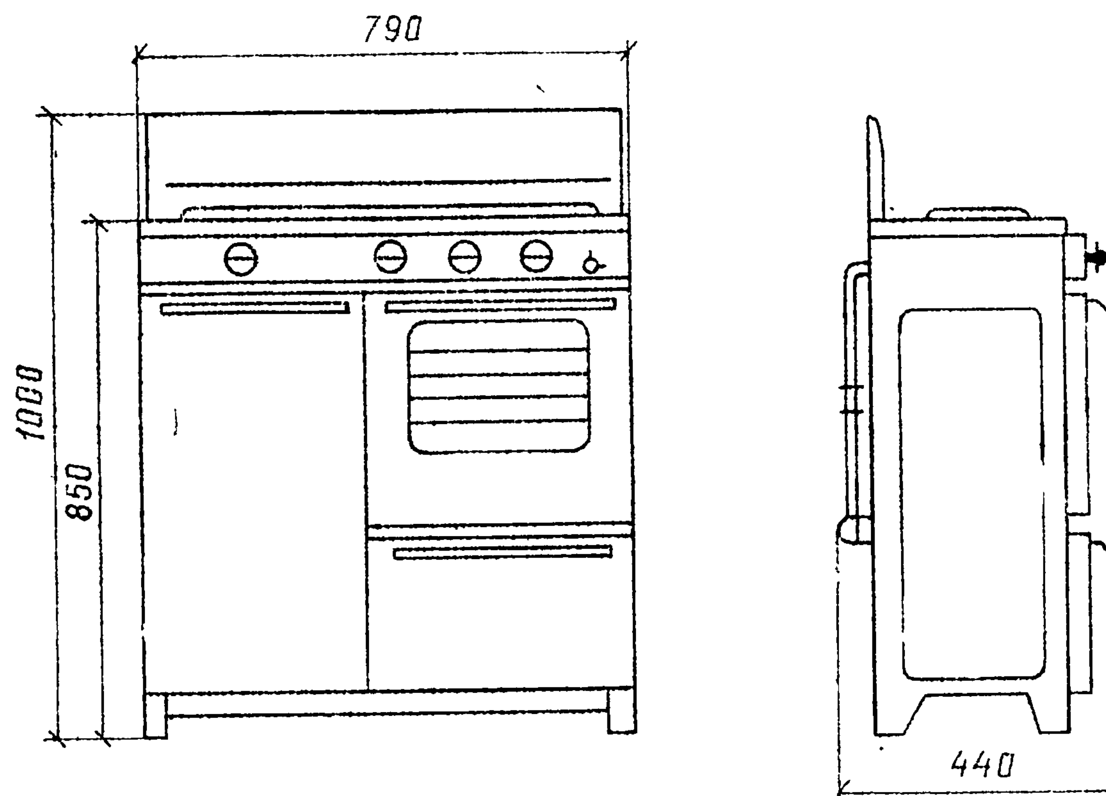
Примечание. На схеме показан водонагреватель АГВ-120. Общий вид установки водонагревателя АГВ-80М приведен на рис. 44.3.

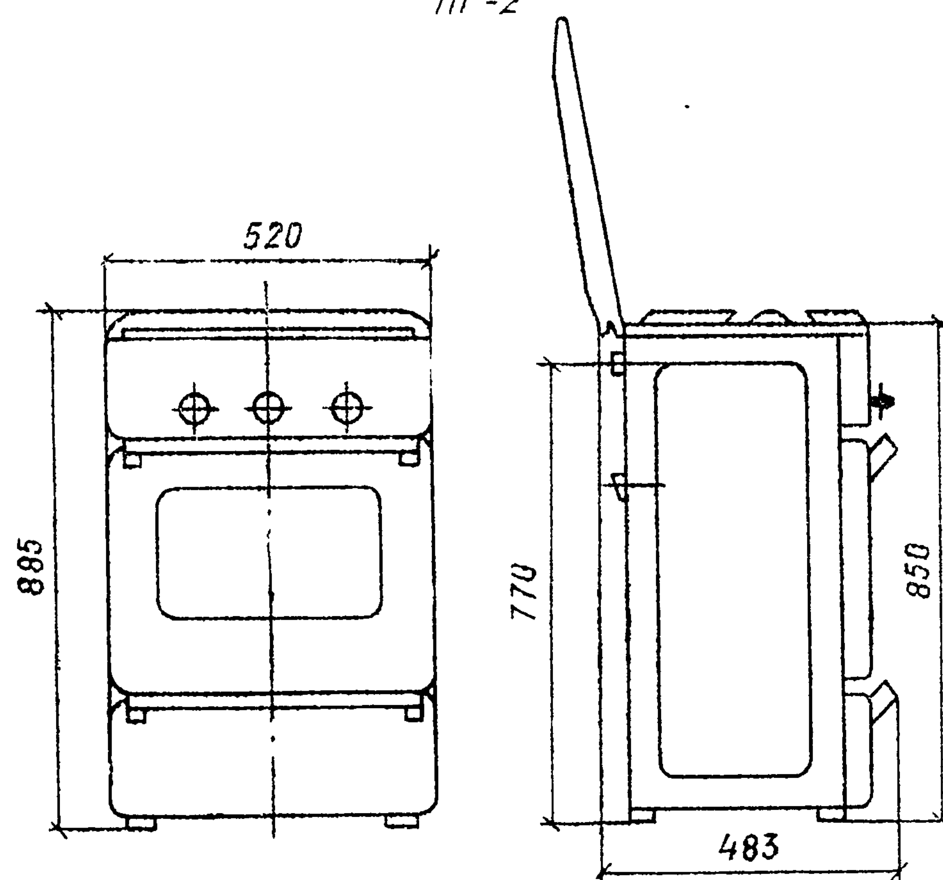
ПРИЛОЖЕНИЕ XIX

Плиты газовые

ТАБЛИЦА XIX.1

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ПЛИТ БЫТОВЫХ ГАЗОВЫХ СТАЦИОНАРНЫХ





Показатели	ПГ4 унифицированная	ПГ3-Б	ПГ2 унифицированная
Число горелок стола	4	3	2
Размеры духового шкафа, мм:			
ширина	360	330	360
глубина	472	320	332
высота	300	273	300
Тепловая нагрузка горелок, ккал/ч:			
стола	6400	4800	3200
духового шкафа	3200	3000	2100
Масса, кг	49	52 (без баллона)	40

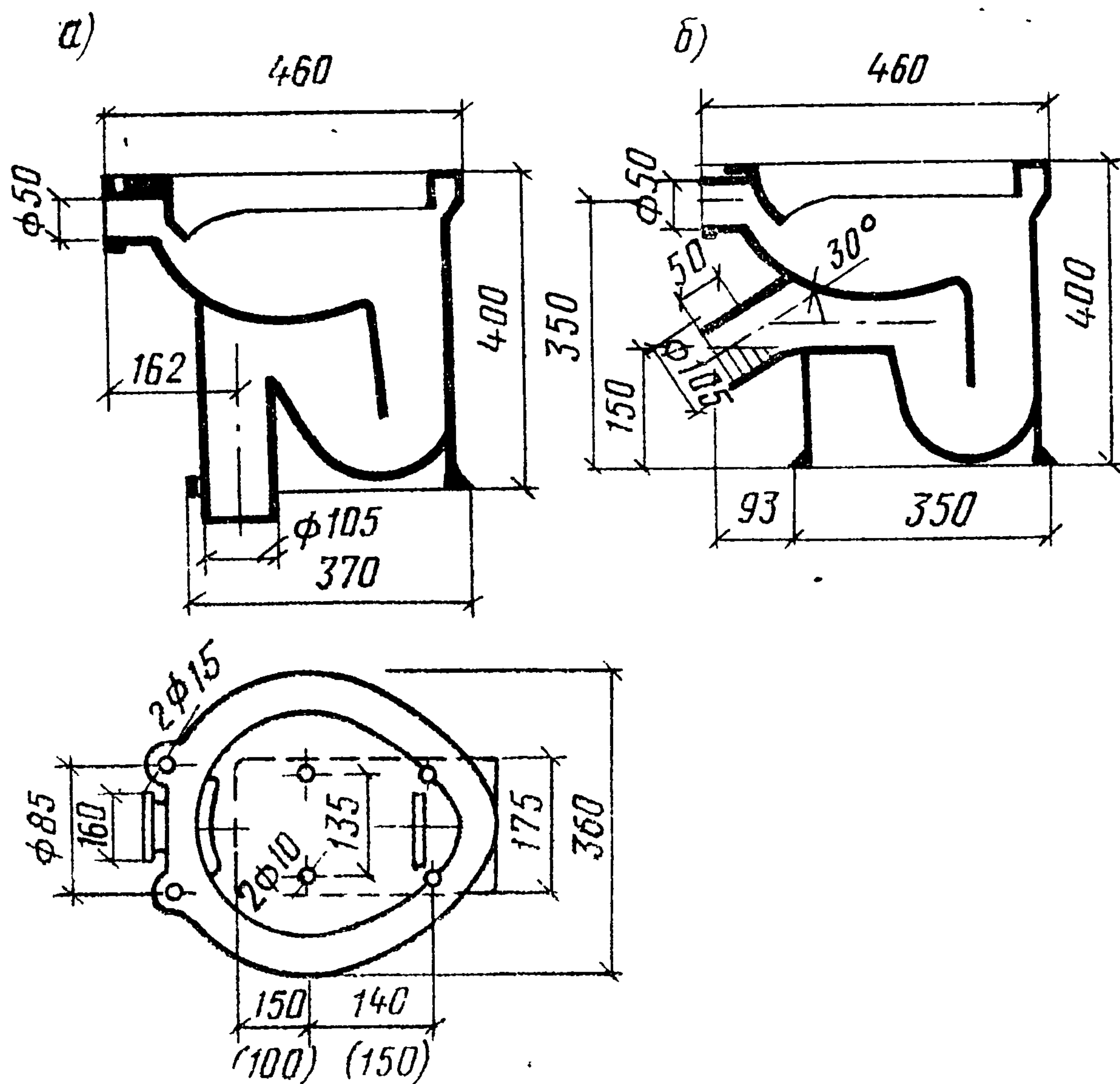
* Плита типа ПГ4 показана на рис. 44.1.

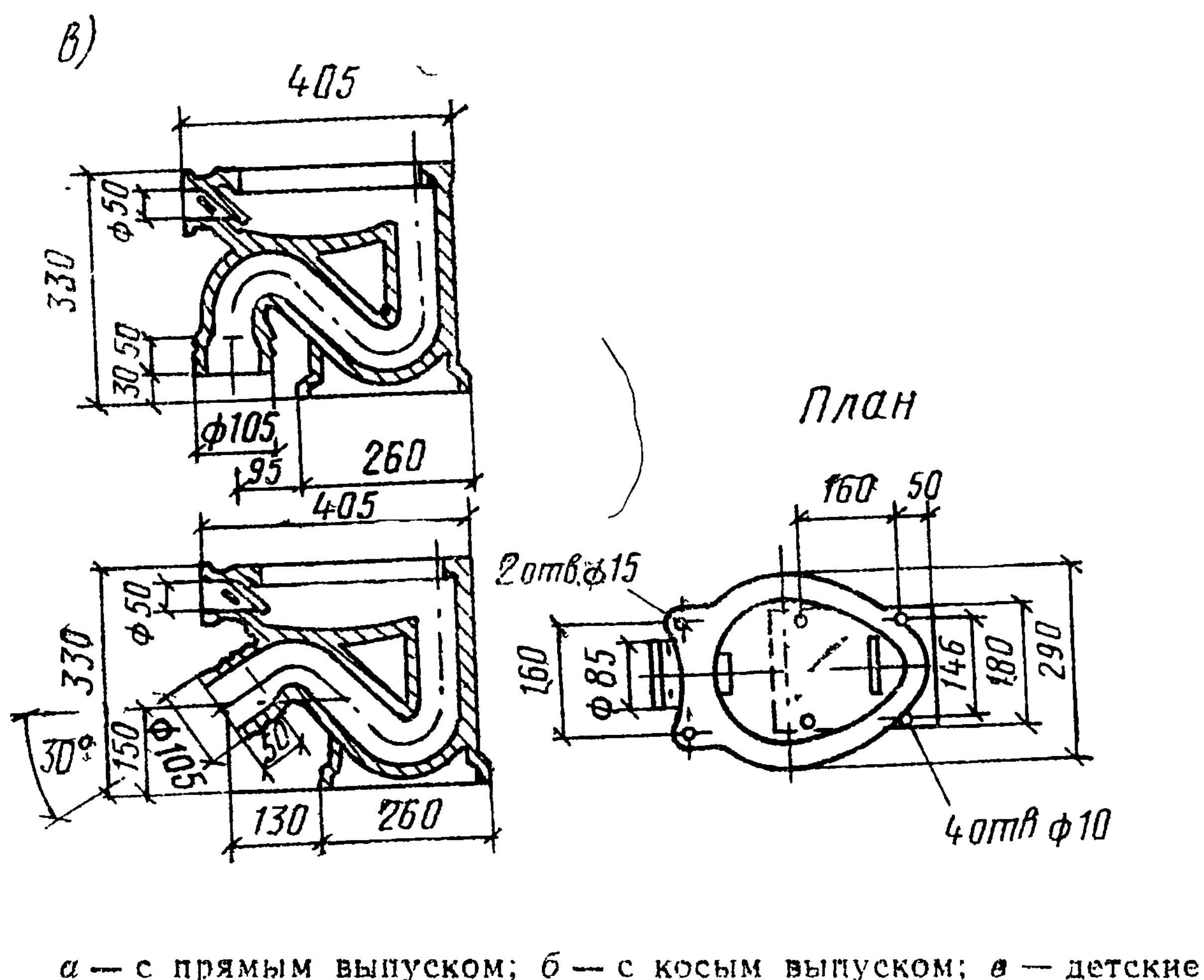
6. ОБОРУДОВАНИЕ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И КАНАЛИЗАЦИИ

ПРИЛОЖЕНИЕ XX

Санитарно-технические приборы

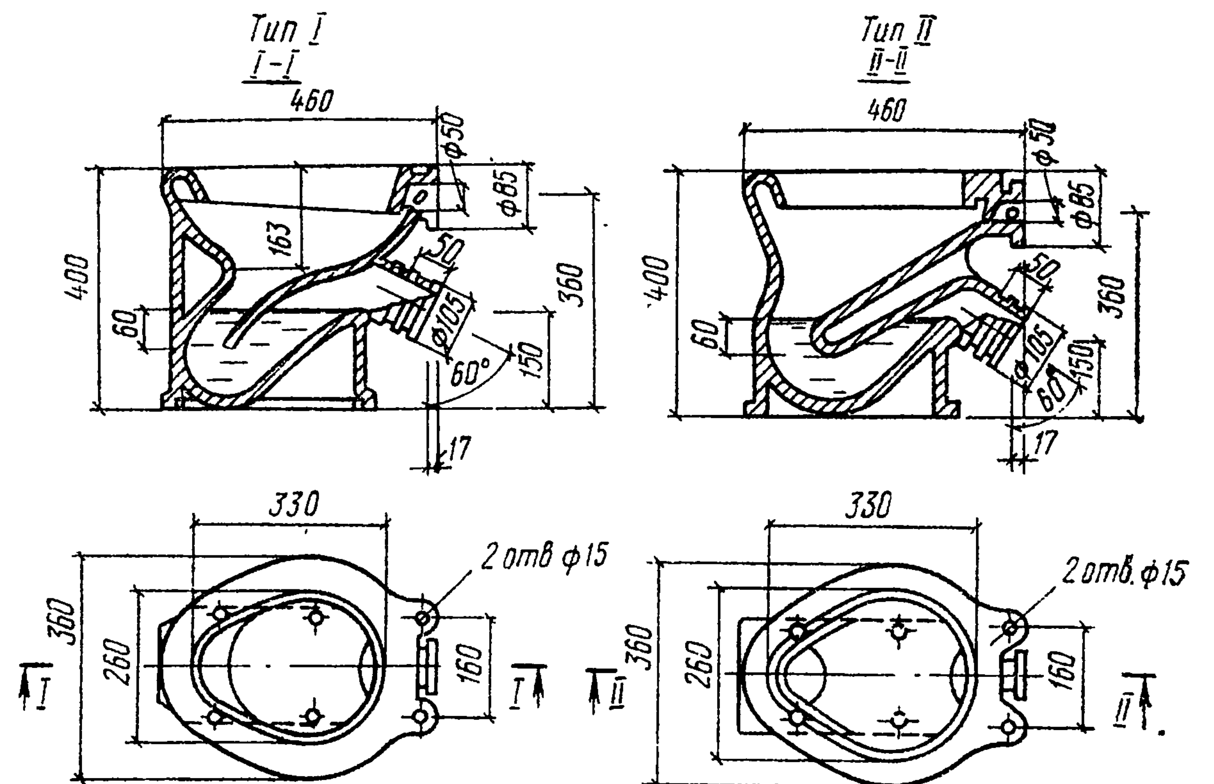
Унитазы керамические тарельчатые (по ГОСТ 14355—69) (в скобках даны размеры для унитаза с косым выпуском)



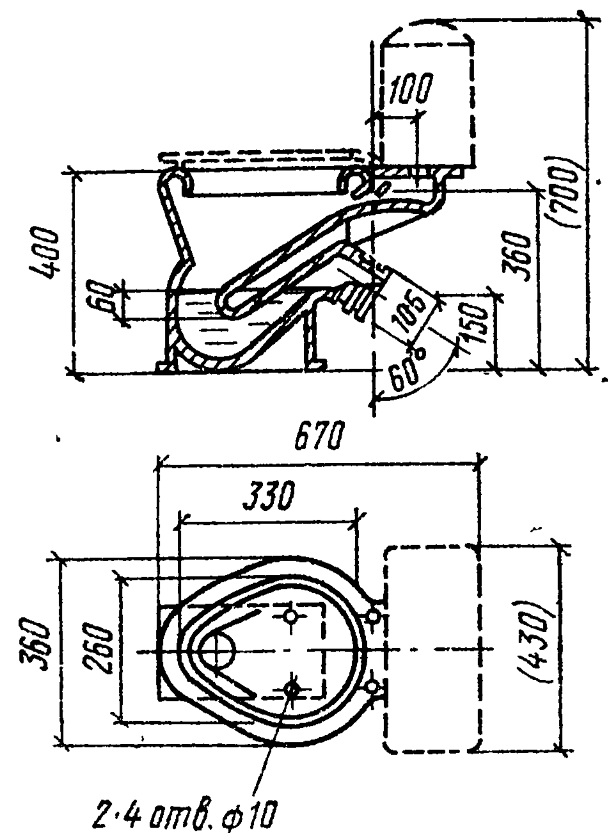


а — с прямым выпуском; *б* — с косым выпуском; *в* — детские

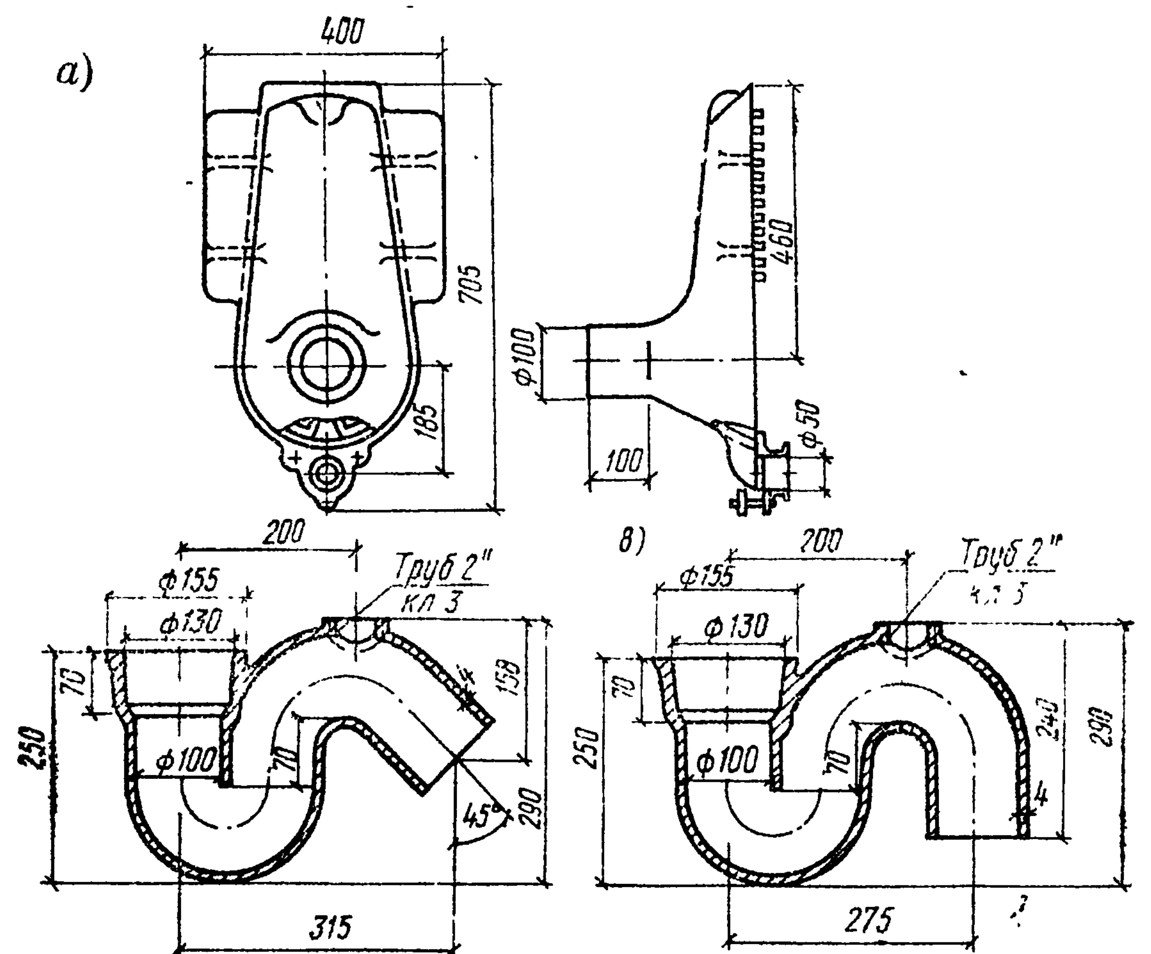
Унитазы керамические козырьковые (по ГОСТ 14355—69)



Унитазы «Компакт» керамические козырьковые с цельноотлитой полочкой и косым выпуском (по ГОСТ 9156—68)

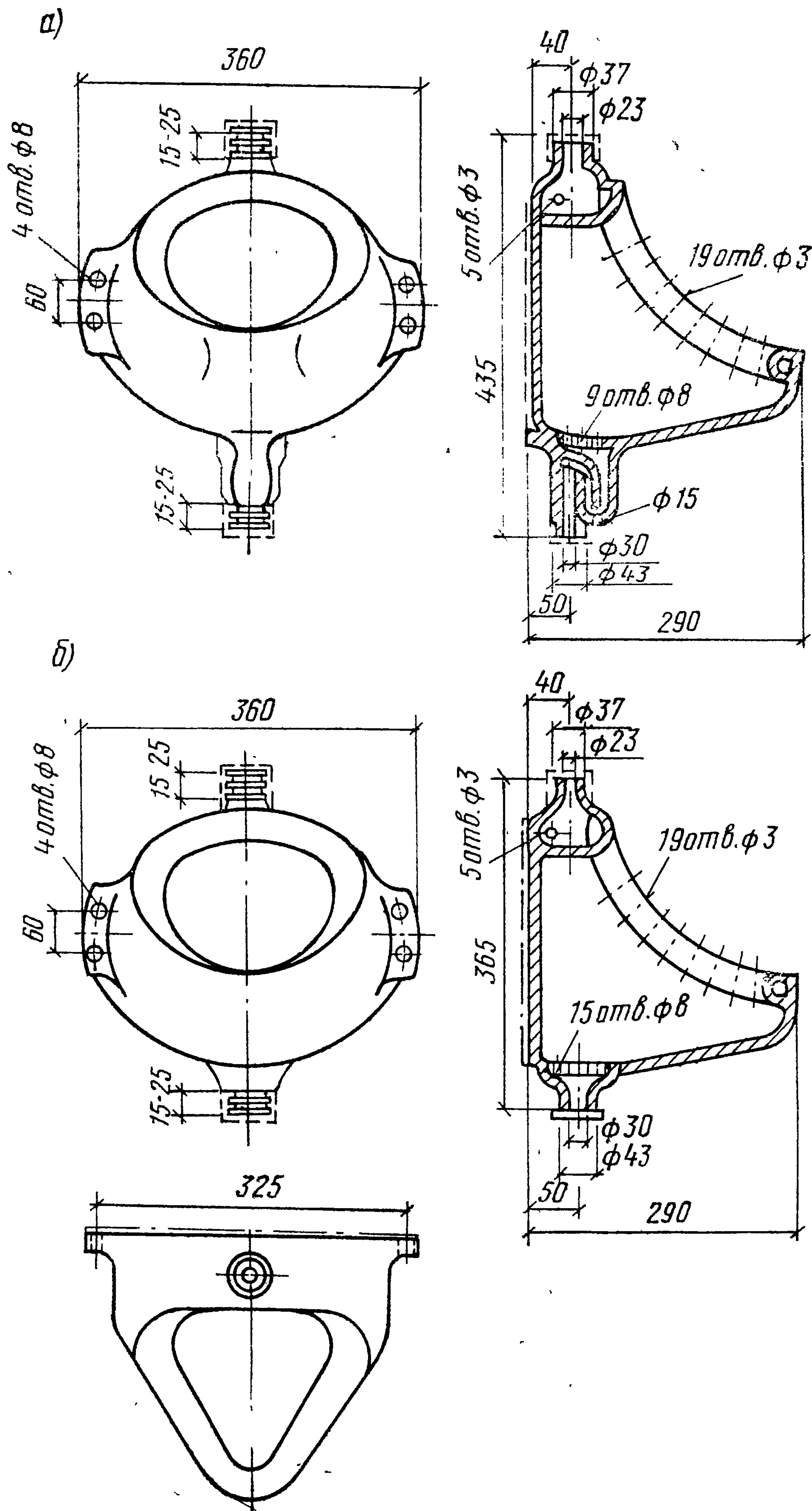


Чаши чугунные для общественных уборных и сифоны к ним (по ГОСТ 3550—68)



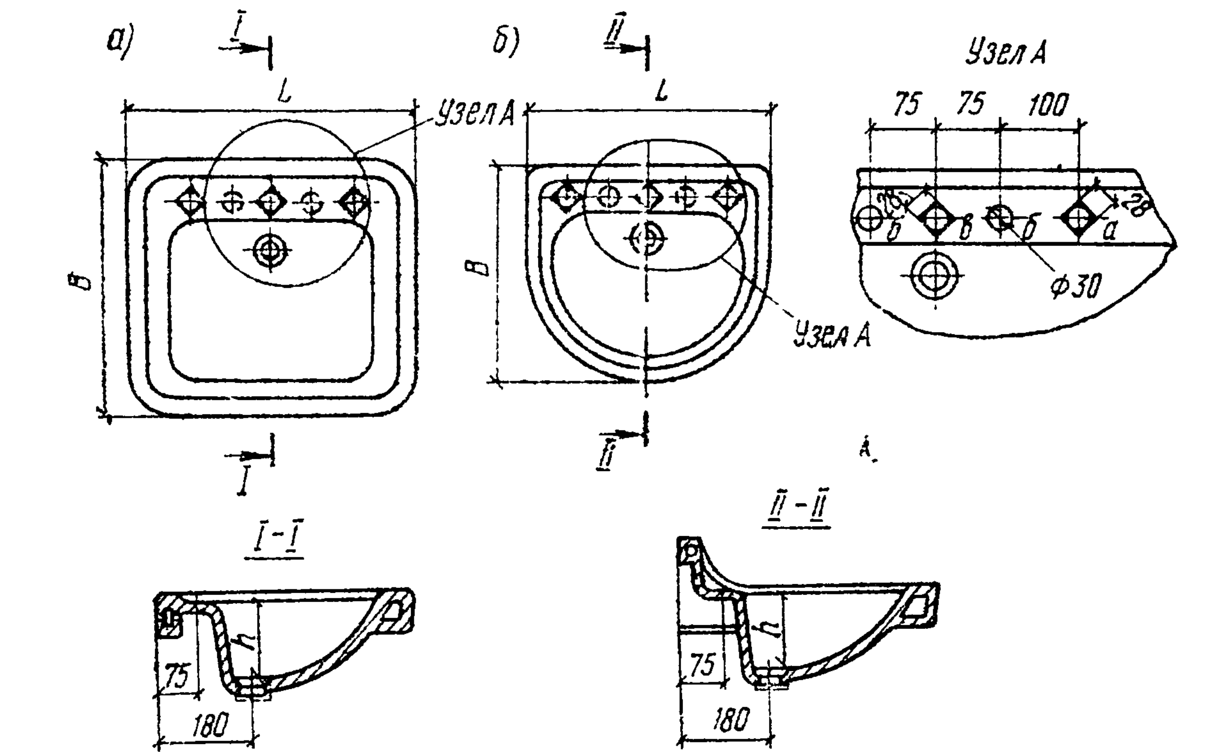
а — чаша чугунная (масса 20 кг); *б* — сифон косой (масса 6,8 кг); *в* — сифон прямой (масса 7,6 кг)

Писсуары настенные (по ГОСТ 755—72)



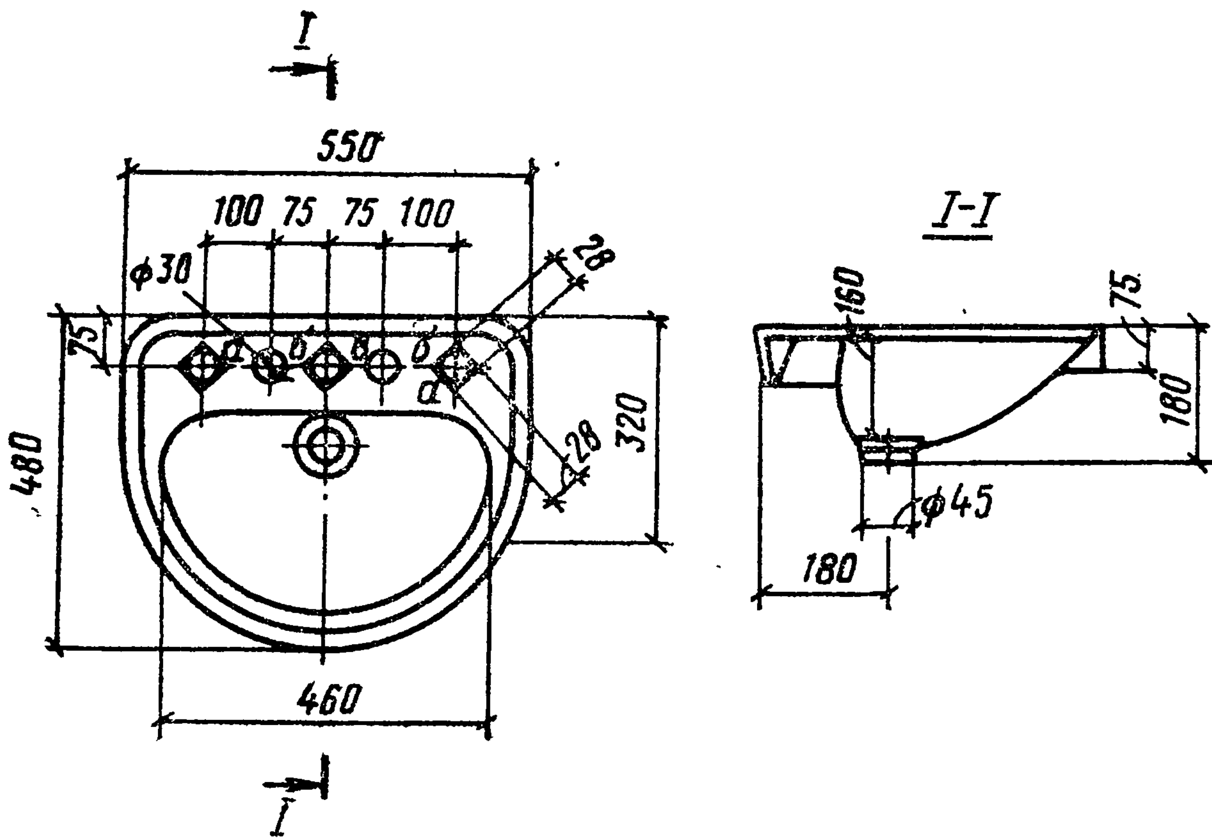
а — с цельноотлитым сифоном: *б* — без цельноотлитого сифона

Умывальники керамические (по ГОСТ 14360—69)



а — тип I — прямоугольные; *б* — тип II — полукруглые.

Умывальники керамические полукруглые «Утро» (по ГОСТ 13560—68)



Раковины стальные эмалированные (по ГОСТ 8631—57)

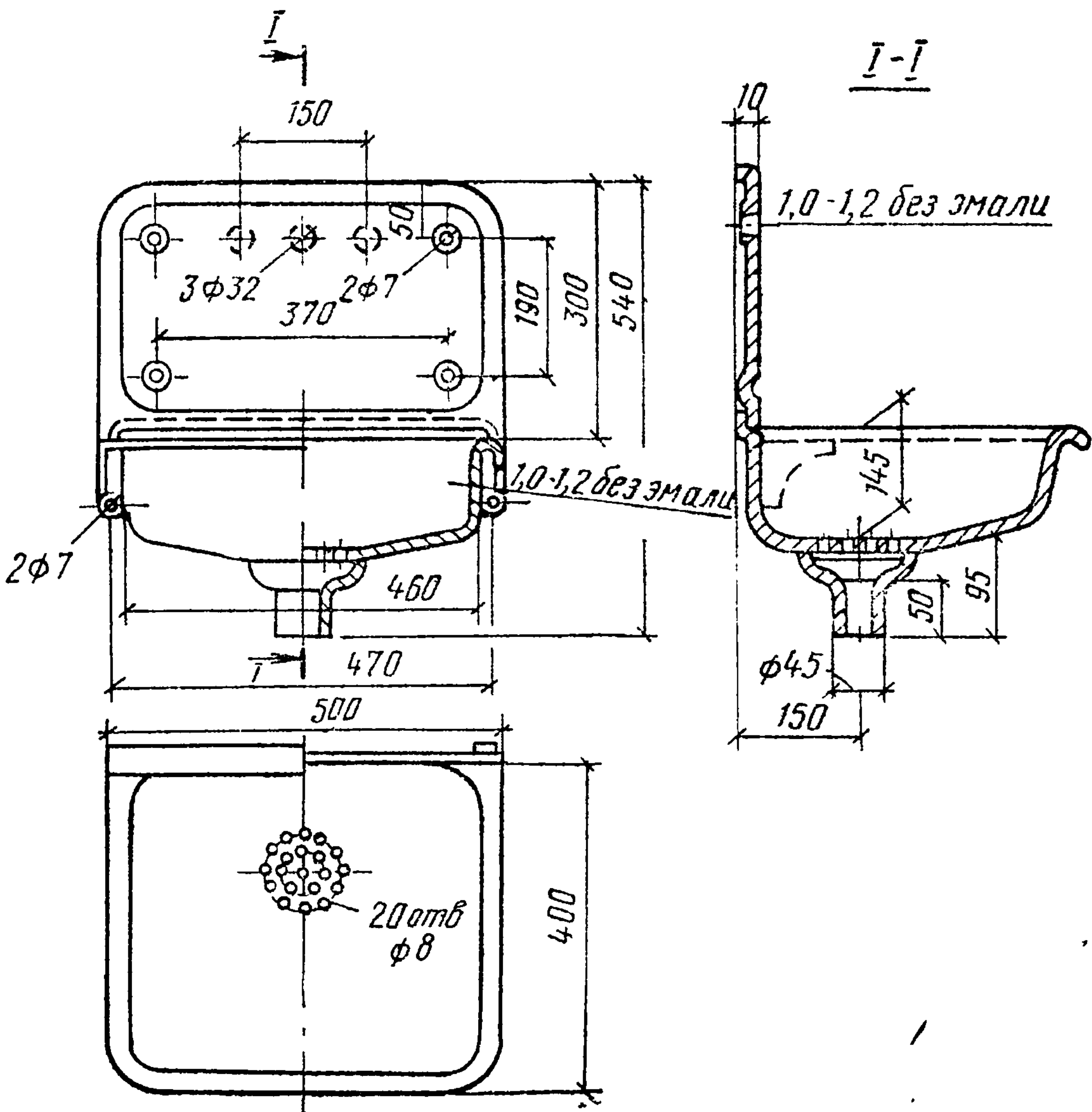


ТАБЛИЦА XX.1

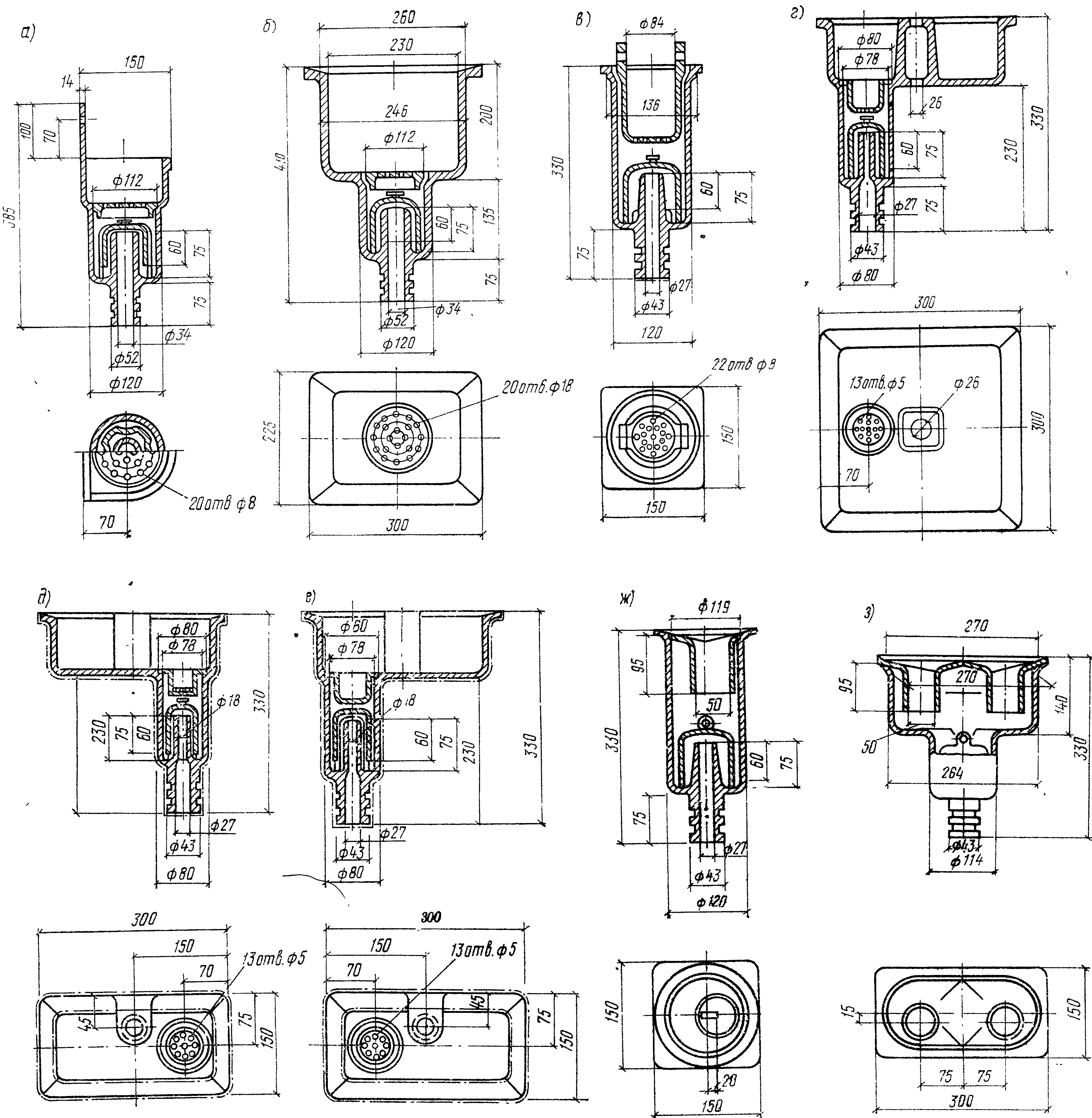
РАЗМЕРЫ УМЫВАЛЬНИКОВ, мм

Величина умывальников	Длина *L*	Ширина В	Глубина чаши
Первая	400—500	300	135
Вторая	550	420	150
Третья	600	450	150
Четвертая	650	500	150
Пятая	700	600	150

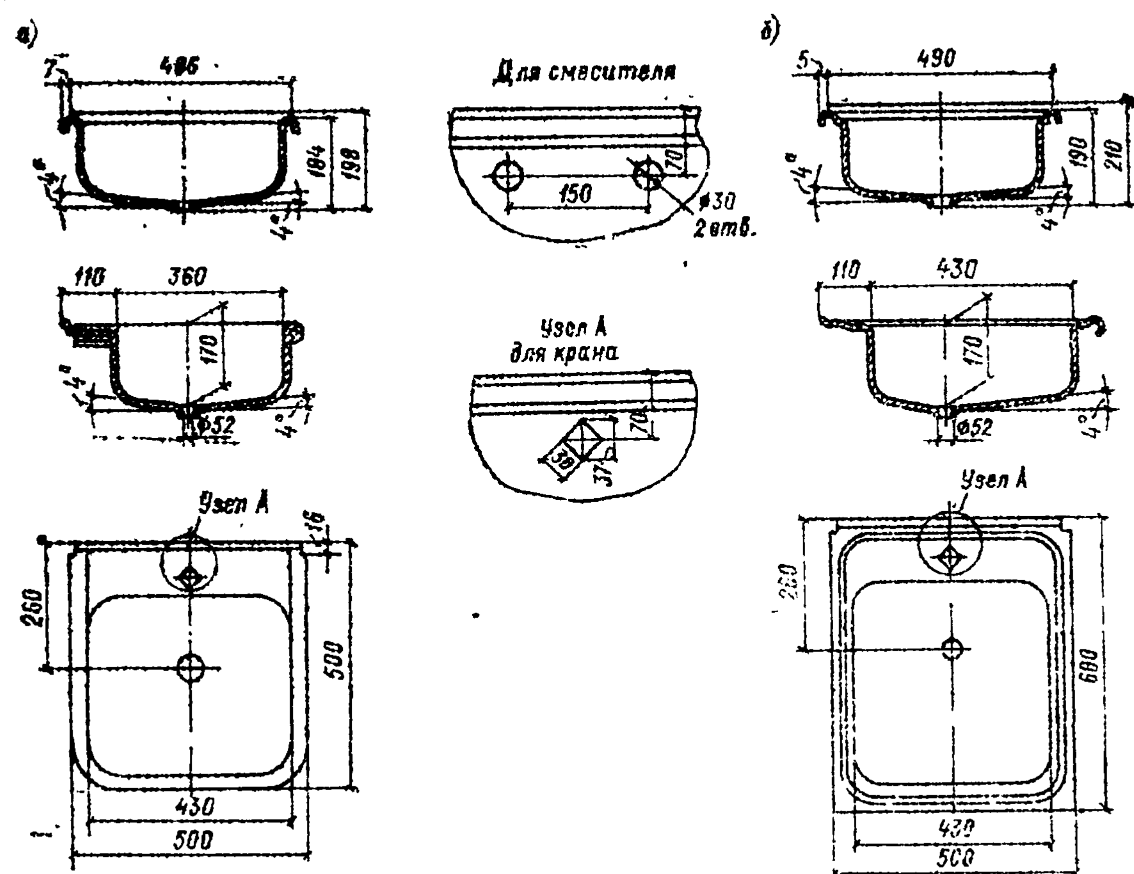
Примечания: 1. Умывальники обоих типов изготовляются со спинкой и без спинки.

2. В горизонтальной полке предусматриваются отверстия для установки смесительной или туалетной арматуры: для настольного смесителя с верхней камерой смешения — два отверстия *б*, для настольного смесителя с нижней камерой смешения — два отверстия *б* и одно отверстие *в*; для центрального настольного смесителя или туалетного крана — одно отверстие *в*; для настольного смесителя, общего для умывальника и ванны — одно отверстие *а*.

Раковины лабораторные полуфарфоровые и фарфоровые (по ГОСТ 10486—63)



а — тип I — со спинкой (Р015×015фк); б — тип II — фланцевая с решеткой (Р030×022Ф); в — тип IIIа — фланцевая с корзиной и центральным расположением выпуска (Р015×015Ф); г — тип IIIб — фланцевая с корзиной и со смещенным выпуском (Р030×030ФК), д — тип IIIв — фланцевая с корзиной и правым расположением выпуска (Р015×030ФКП); е — тип IIIг — фланцевая с корзиной и левым расположением выпуска (Р015×030ФКЛ); ж — тип IVа — фланцевая с одной воронкой (Р015×015Фв), з — тип IVб — фланцевая с двумя воронками (Р015×030Ф2в)

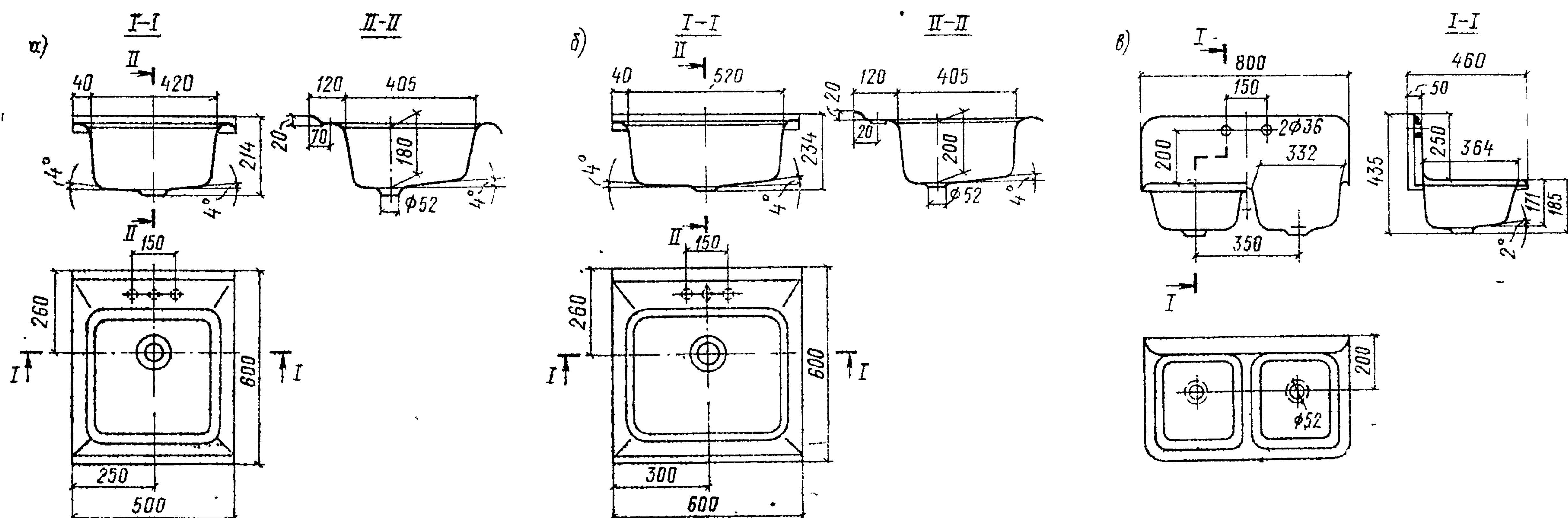


Мойки стальные эмалированные (по ГОСТ 14631—69)

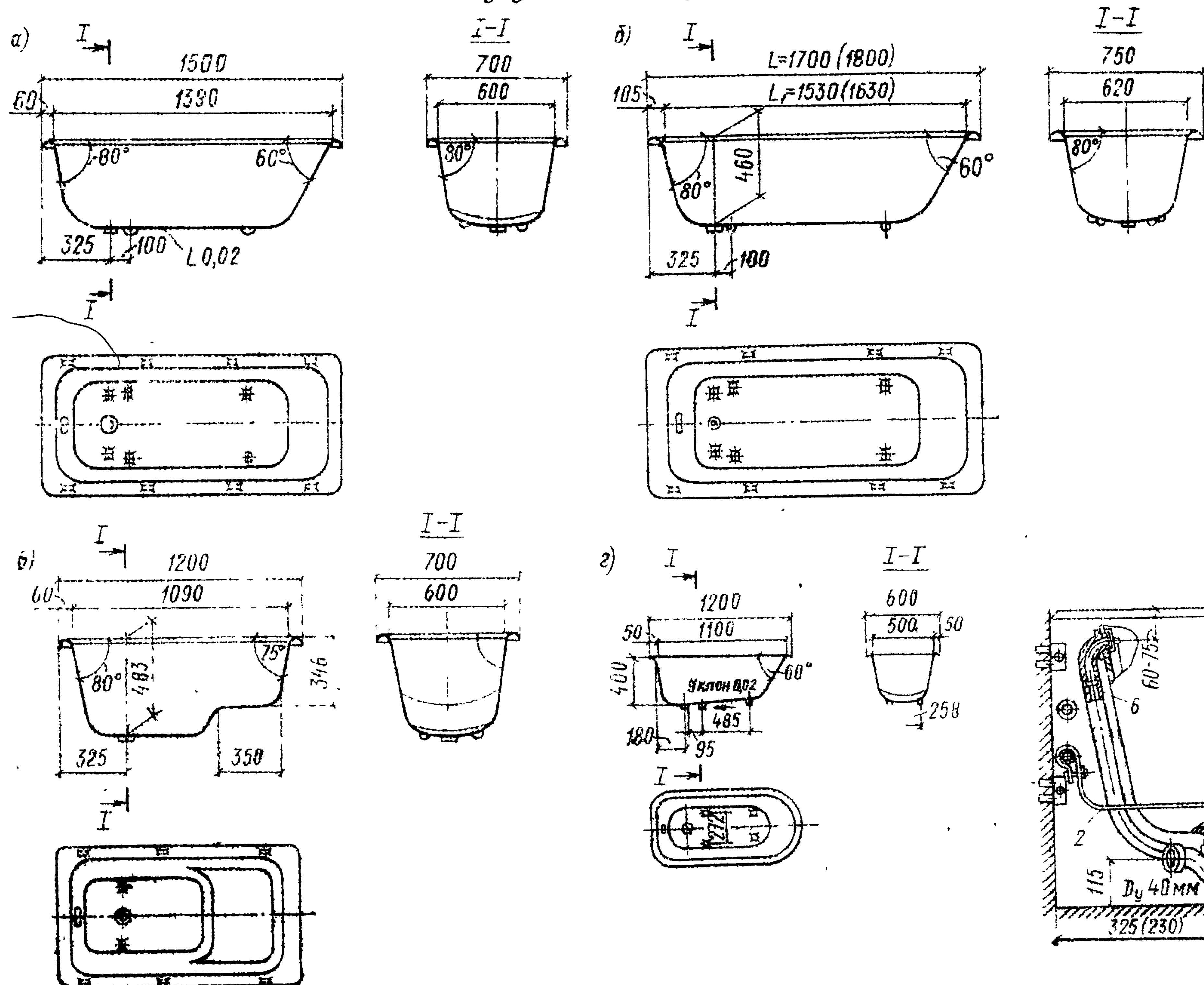
а — тип МС-1 на одно отделение для установки на шкафчике; *б* — тип МС-2 на одно отделение для установки на кронштейнах (комплект — сифон-ревизия; выпуск с пробкой и цепочкой; кронштейны с шурупами и винтами)

Мойки чугунные эмалированные (по ГОСТ 7506—60)

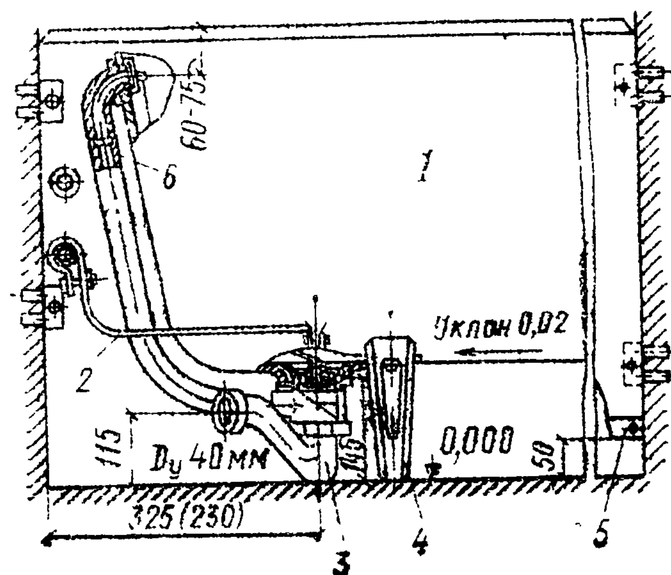
а — тип I — без спинки на одно отделение малой модели; *б* — тип I без спинки на одно отделение большой модели; *в* — тип II — с цельноотлитой спинкой на два отделения малой модели



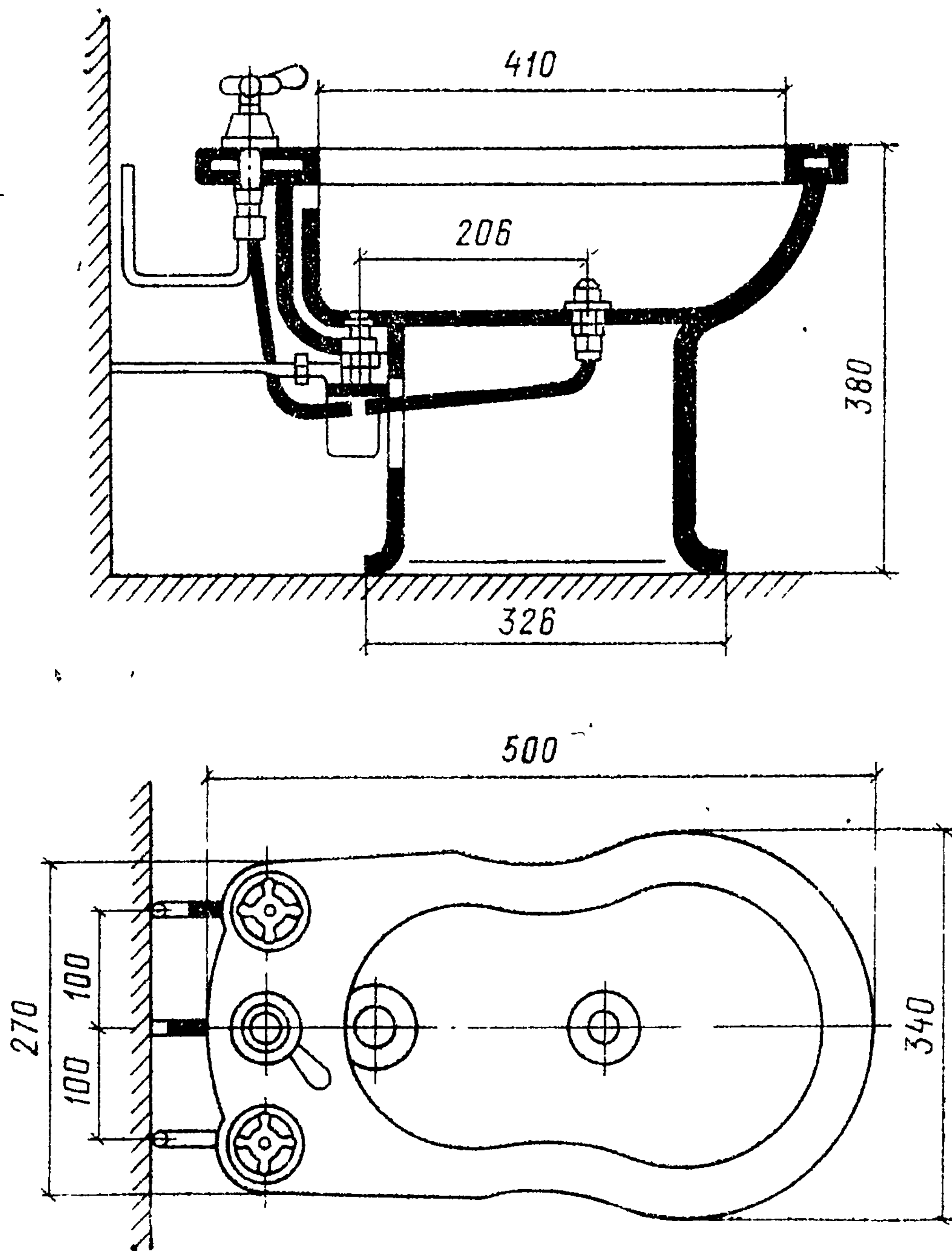
Ванны чугунные эмалированные (по ГОСТ 1154—66)



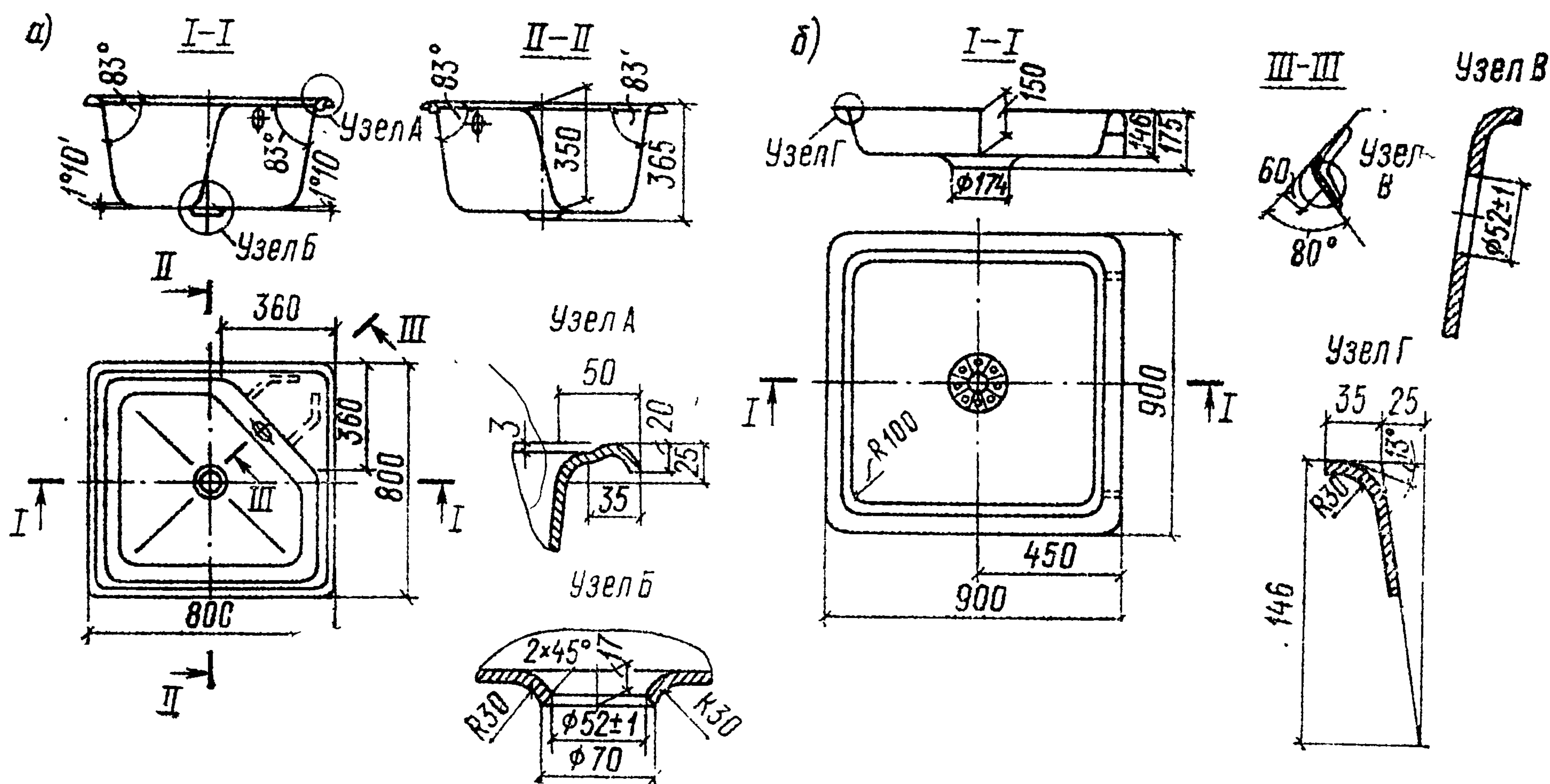
а — тип ПВ-0 — прямобортная облегченная (масса с эмалью 98—106 кг); *б* — тип ПВ-1 и ПВ-2 — прямобортная (масса соответственно 118 и 125 кг); *в* — тип СВ-1 — сидячая (масса с эмалью 90 кг); *г* — тип ДВ-1 — детские; *д* — схема размещения переливного устройства; *1* — ванна; *2* — уравнитель электрических потенциалов; *3* — выпускное устройство; *4* — ножки; *5* — панель с деталями крепления; *6* — переливное устройство



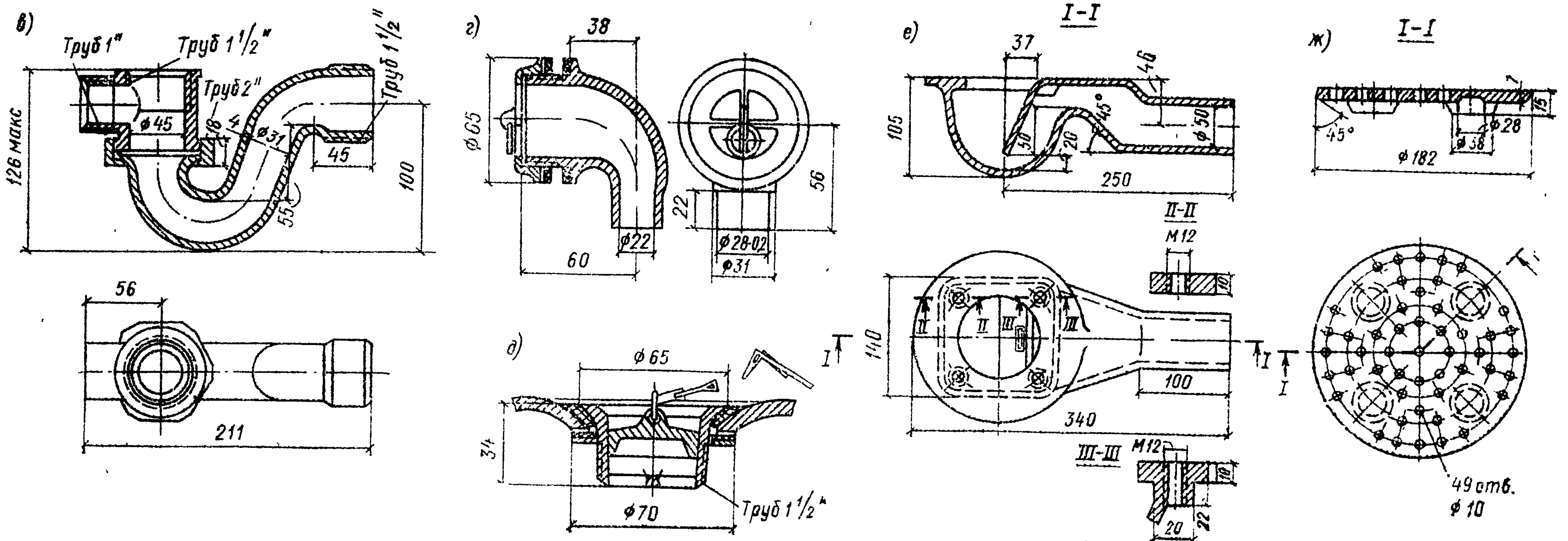
Душ-биде гигиенический женский (по ТУ 21-28-3-70)



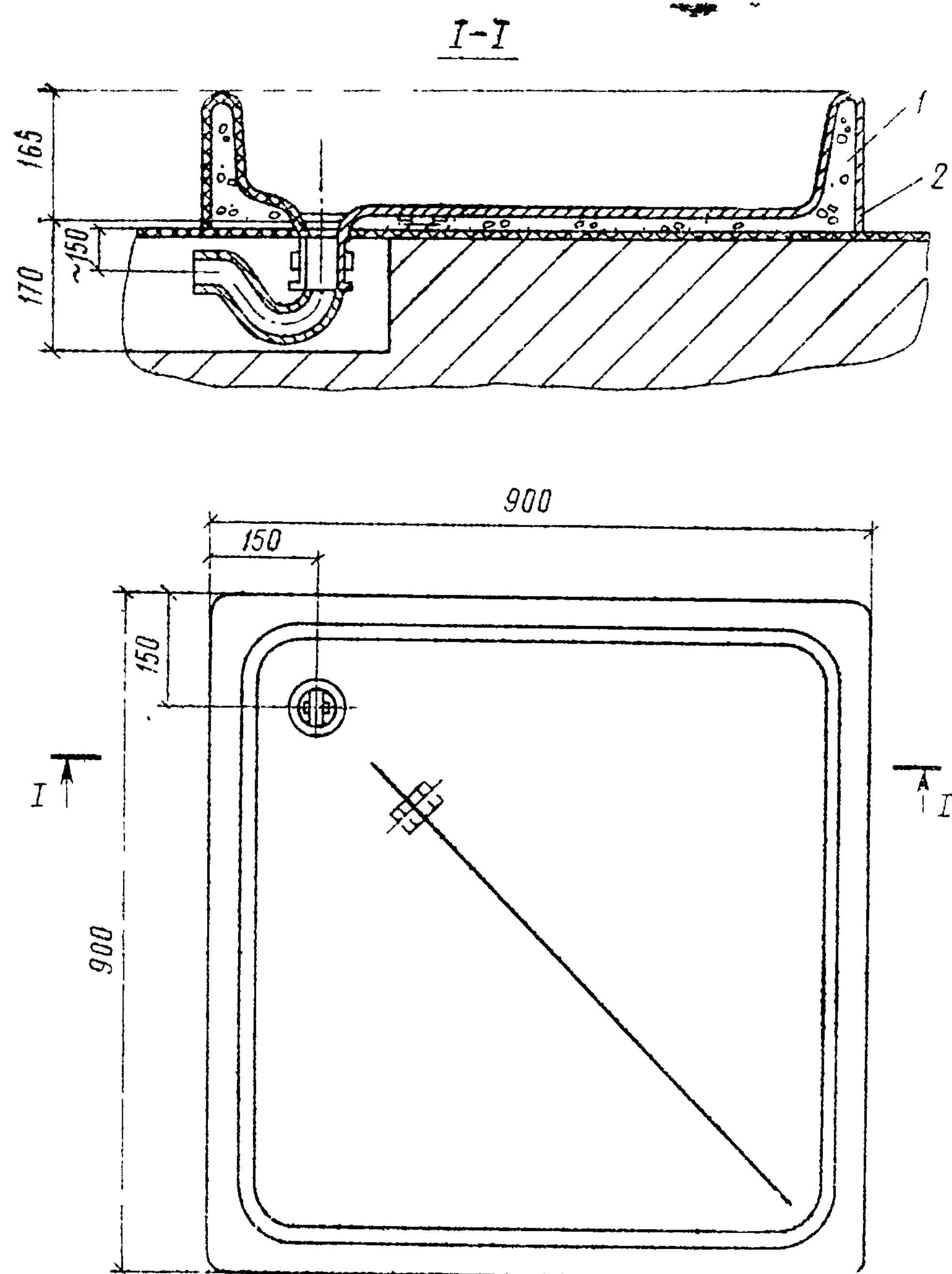
Поддоны душевые чугунные эмалированные (по ГОСТ 10161—62)



а — тип ПГ — глубокие; *б* — тип ПМ — мелкие, *в* — сифон напольный для глубокого поддона; *г* — перелив для глубокого поддона; *д* — выпуск для глубокого поддона; *е* — трап для мелкого поддона; *ж* — решетка для мелкого поддона

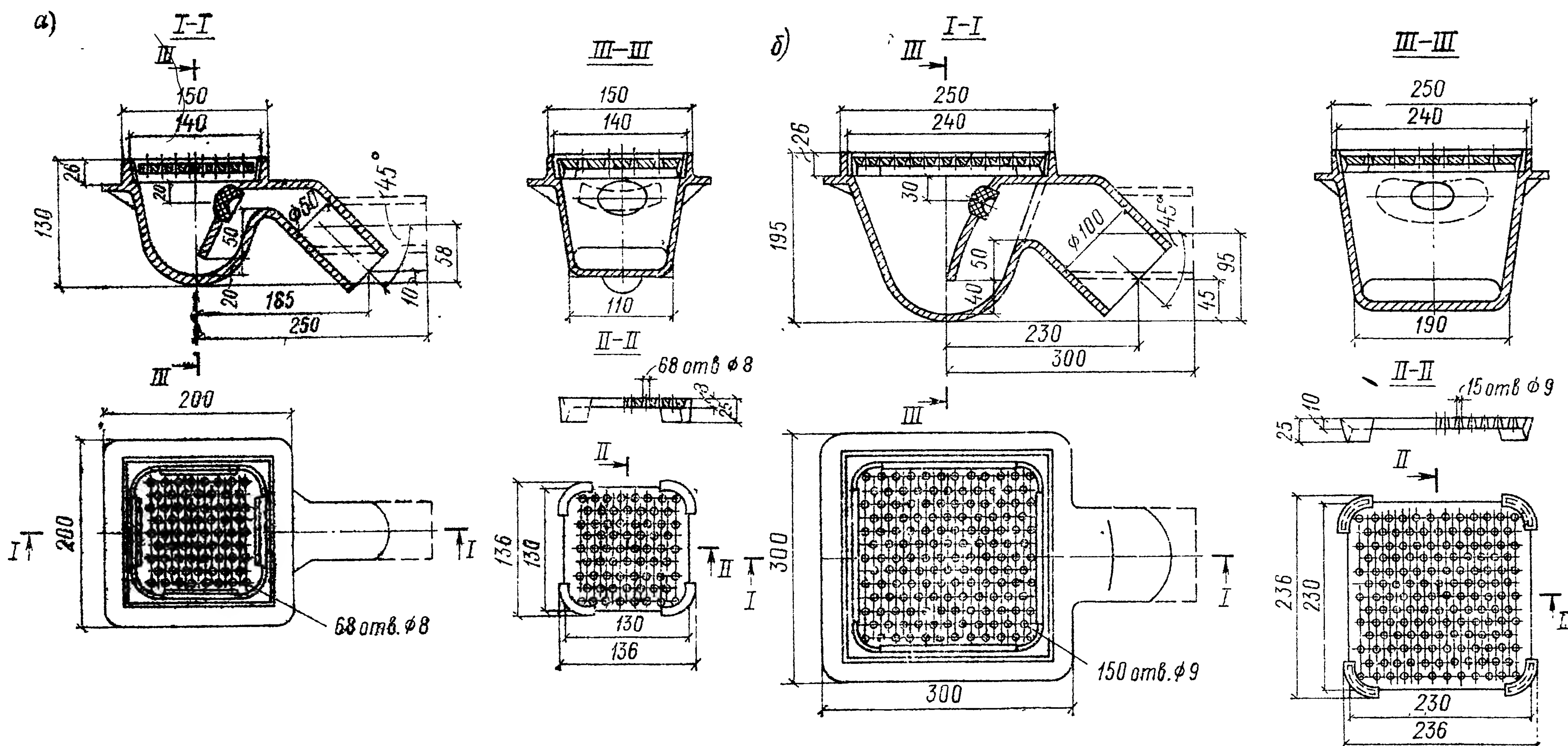


Поддон душевой мелкий с угловым выпуском (по ТУ 21-26-013-68)



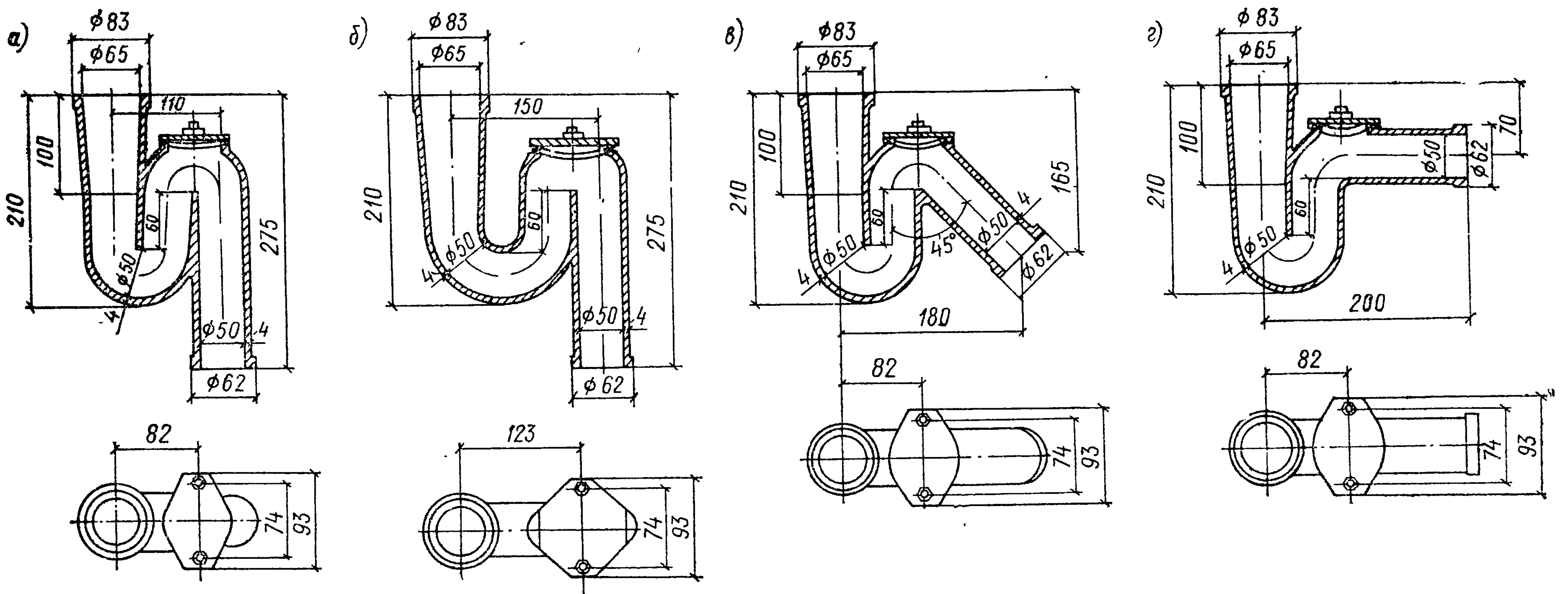
1 — бетонная подливка; 2 — плитка глазурованная; 3 — плитка метлахская

Трапы чугунные (по ГОСТ 1811—62)



а — трап диаметром 50 мм (масса 7 кг) с прямым и косым отводом; б — трап диаметром 100 мм (масса 17 кг) с прямым и косым отводом

Сифоны-ревизии чугунные (по ГОСТ 6924—69)

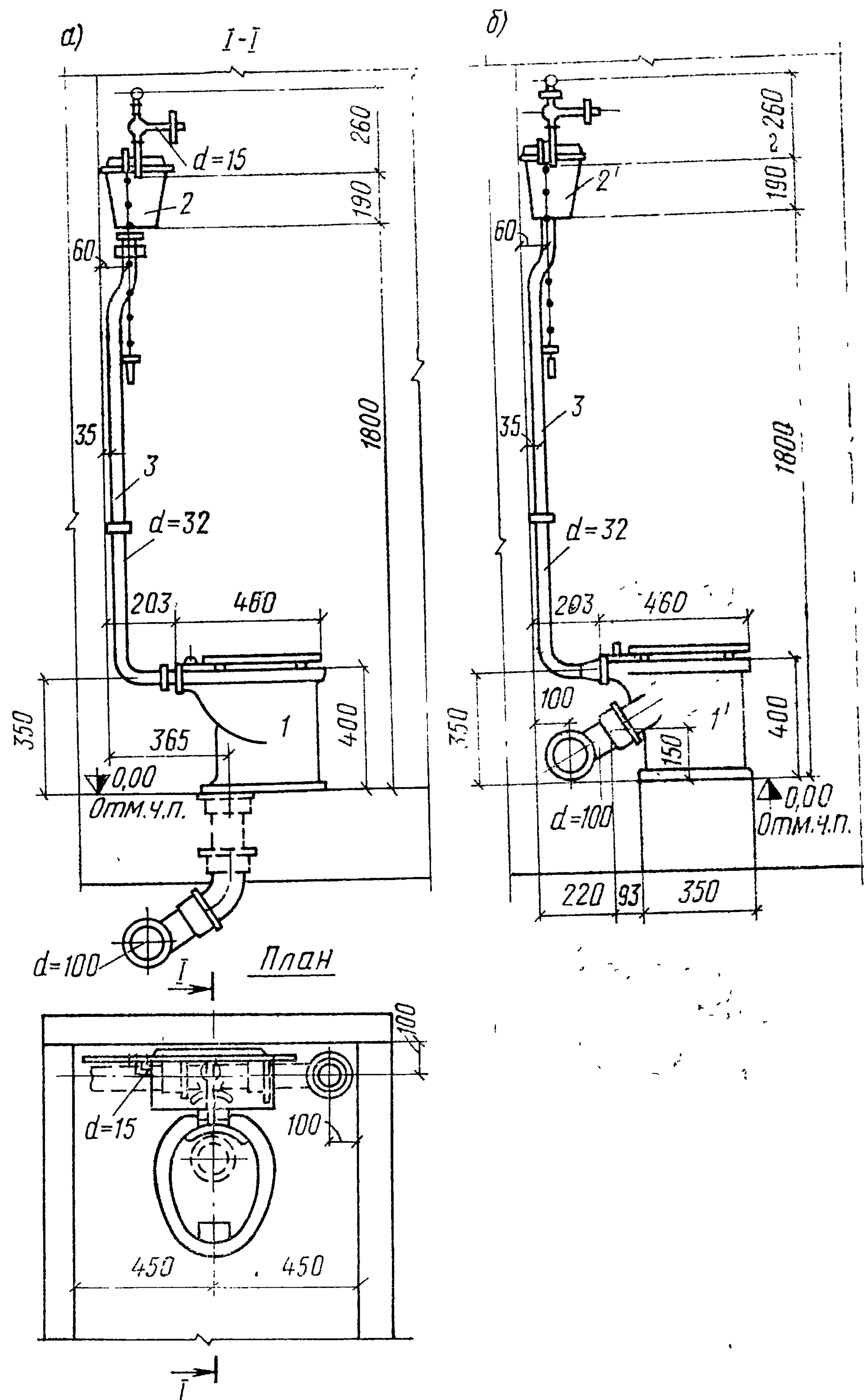


а — тип СФ110 — сифон-ревизия двухоборотный с вылетом 110 мм (для раковин); *б* — тип СФ150 — сифон-ревизия двухоборотный с вылетом 150 мм (для моек), *в* — тип СФК — сифон-ревизия косой (для моек и раковин), *г* — тип СФП сифон-ревизия прямой (для моек и раковин)

ПРИЛОЖЕНИЕ XXI

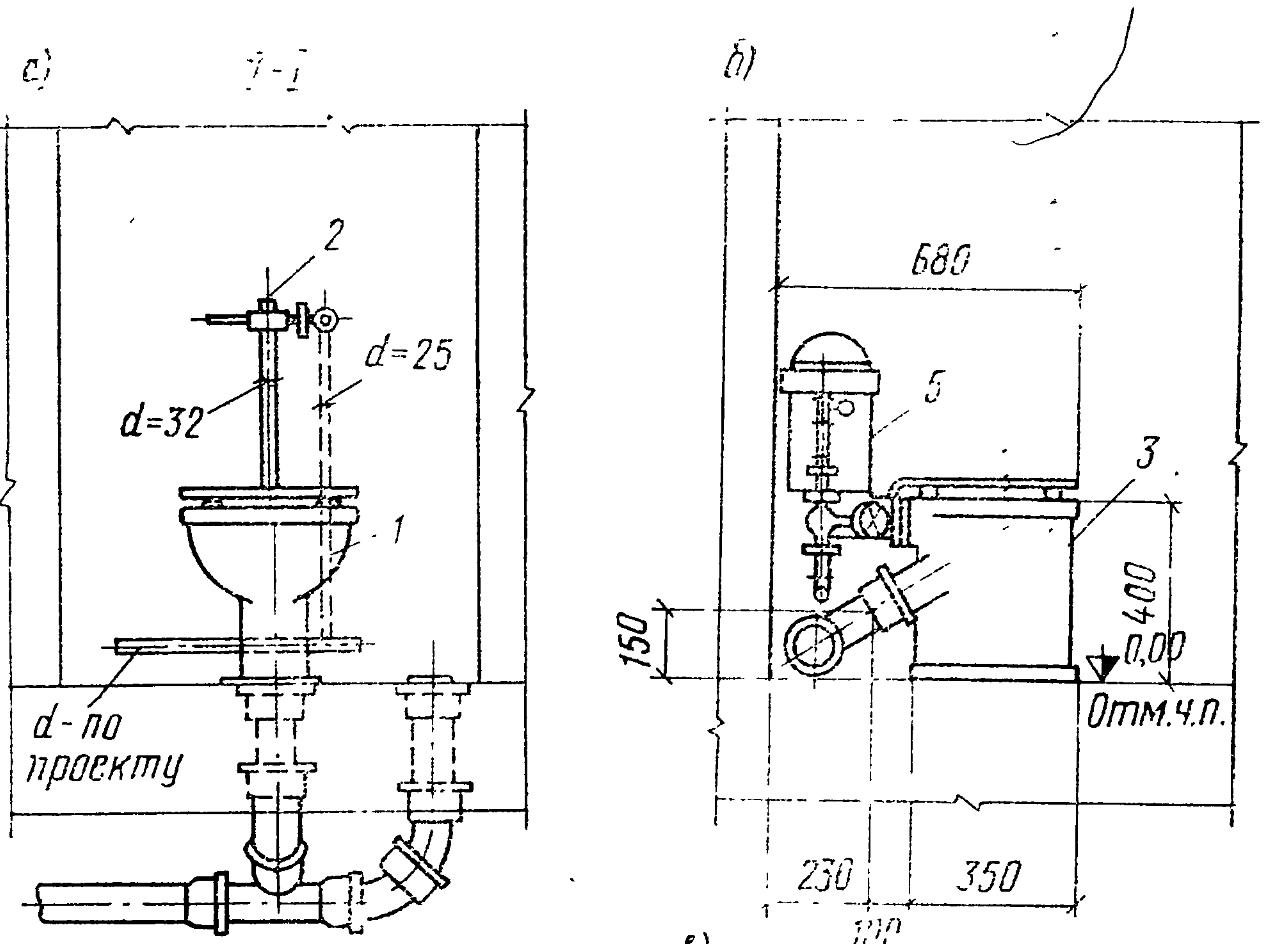
Установка санитарно-технических приборов

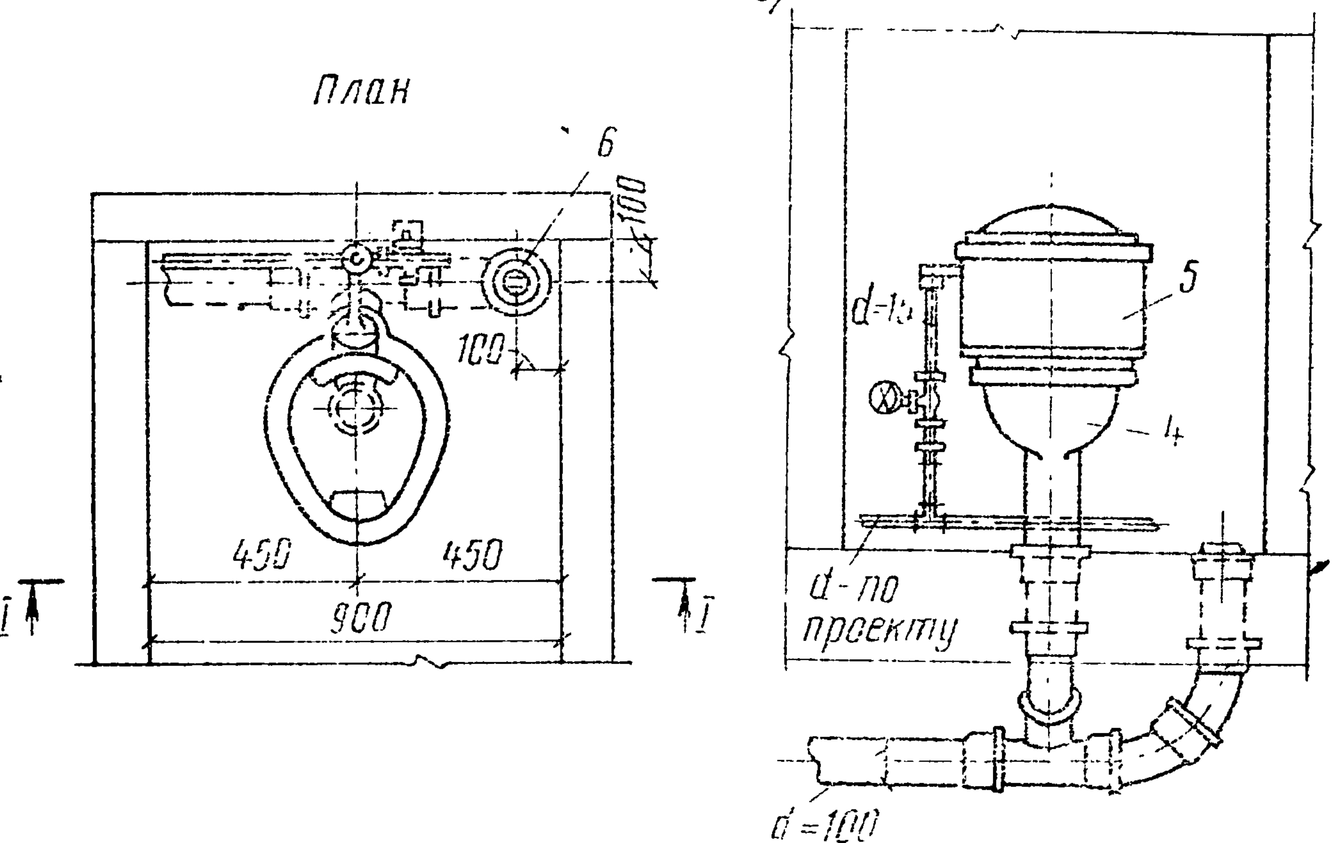
Установка унитазов



а — с прямым выпуском: *б* — с косым выпуском; *1* и *1'* — унитаз тарельчатый соответственно с прямым и косым выпуском (ГОСТ 14355—69); *2* и *2'* — бачки смывные высокорасполагаемые (соответственно по ГОСТ 14288—69 и ГОСТ 14285—65); *3* — труба смывная (стальная водогазопроводная), *d*=32 мм (ГОСТ 3262—62)

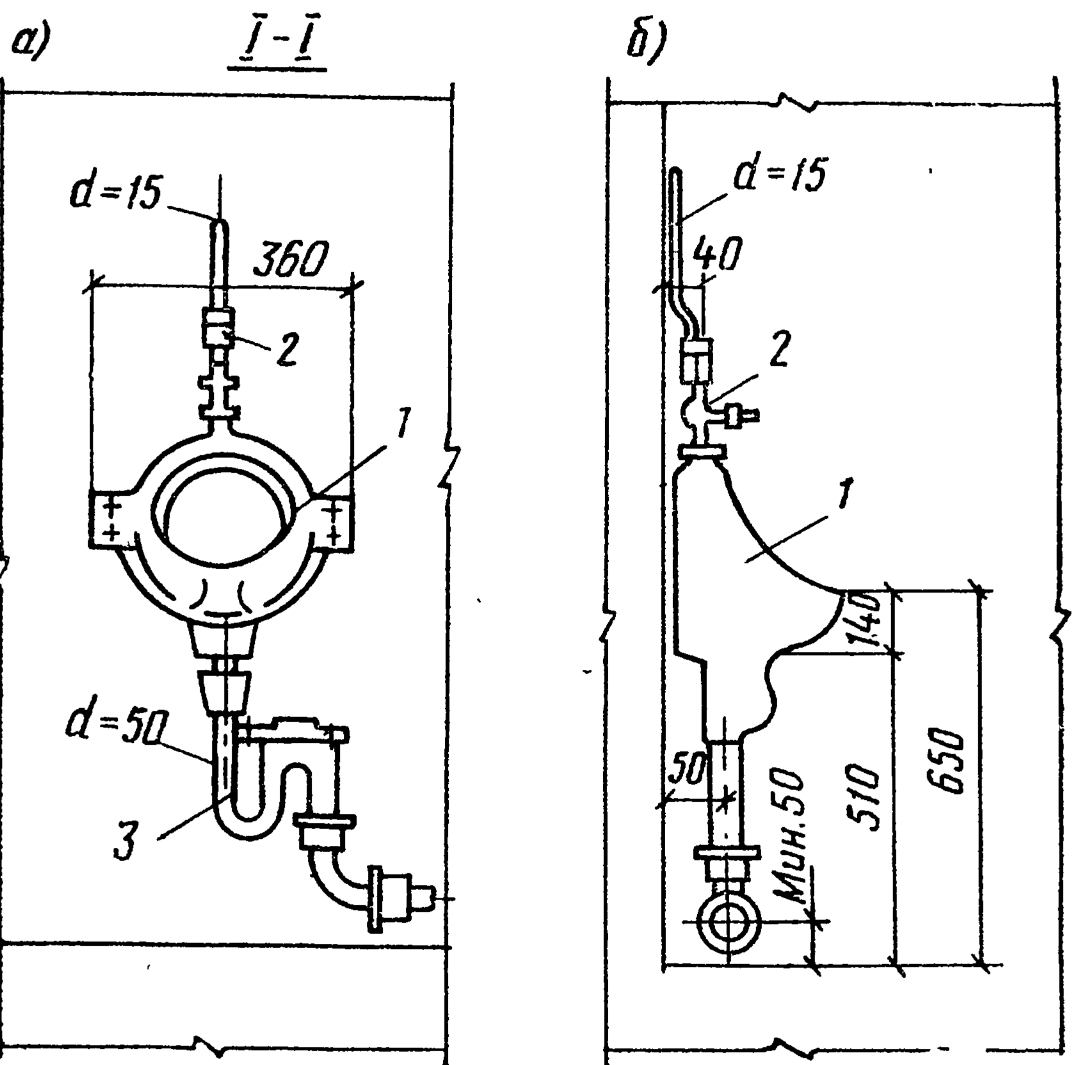
Установка унитазов

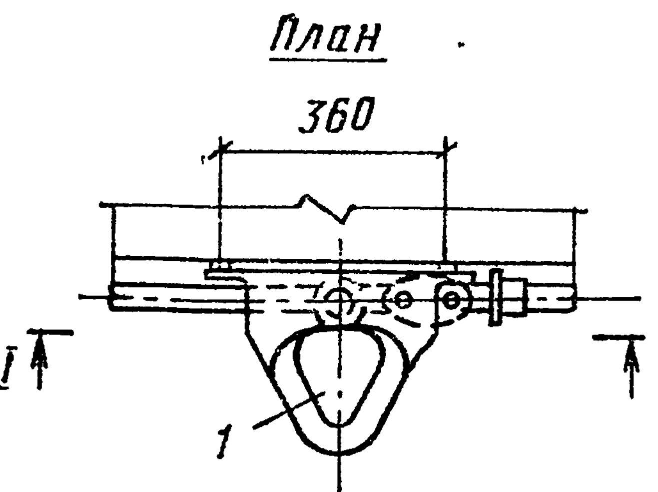




а — с прямым выпуском и смывным краном; *б* — «Компакт» с косым выпуском; *в* — «Компакт с прямым выпуском; *1* — унитаз тарельчатый с прямым выпуском (ГОСТ 14355—69); *2* — кран смывной полуавтоматический марки КР-141; *3* — унитаз «Компакт» тарельчатый с отъемной полочкой и косым выпуском под углом 30° (ГОСТ 9156—68); *4* — унитаз «Компакт» тарельчатый с отъемной полочкой и прямым выпуском (ГОСТ 9156—68); *5* — смывной бачок; *6* — заглушка

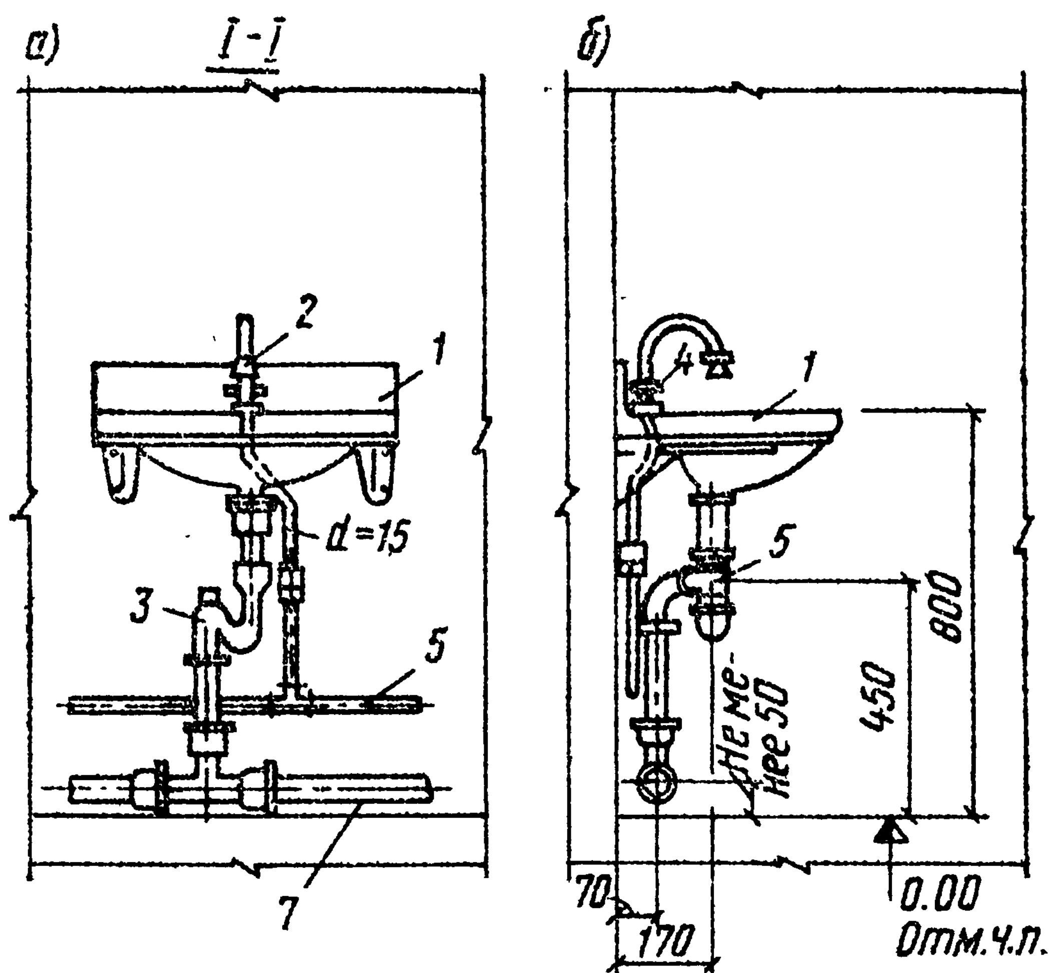
Установка писсуаров



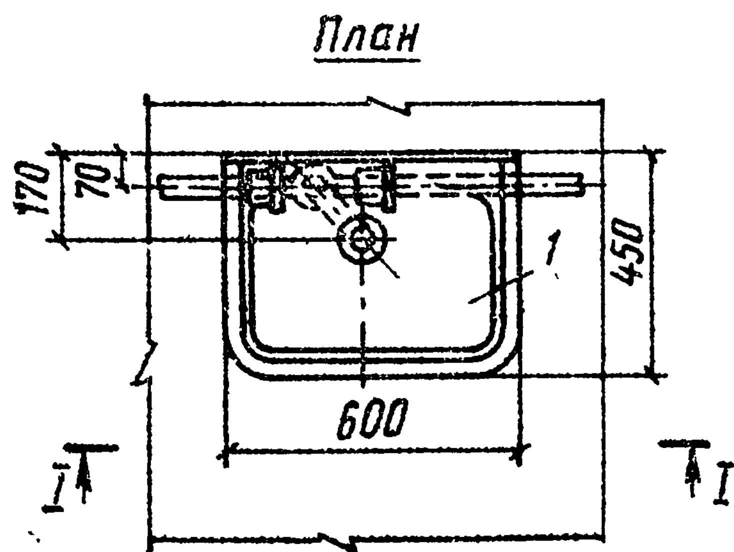


а — писсуар без цельноотлитого керамического сифона; *б* — писсуар с цельноотлитым сифоном (ГОСТ 755—62); *1* — писсуар; *2* — кран писсуарный d=15 мм; *3* — сифон-ревизия двухоборотный, чугунный, d=50 мм (ГОСТ 6924—69)

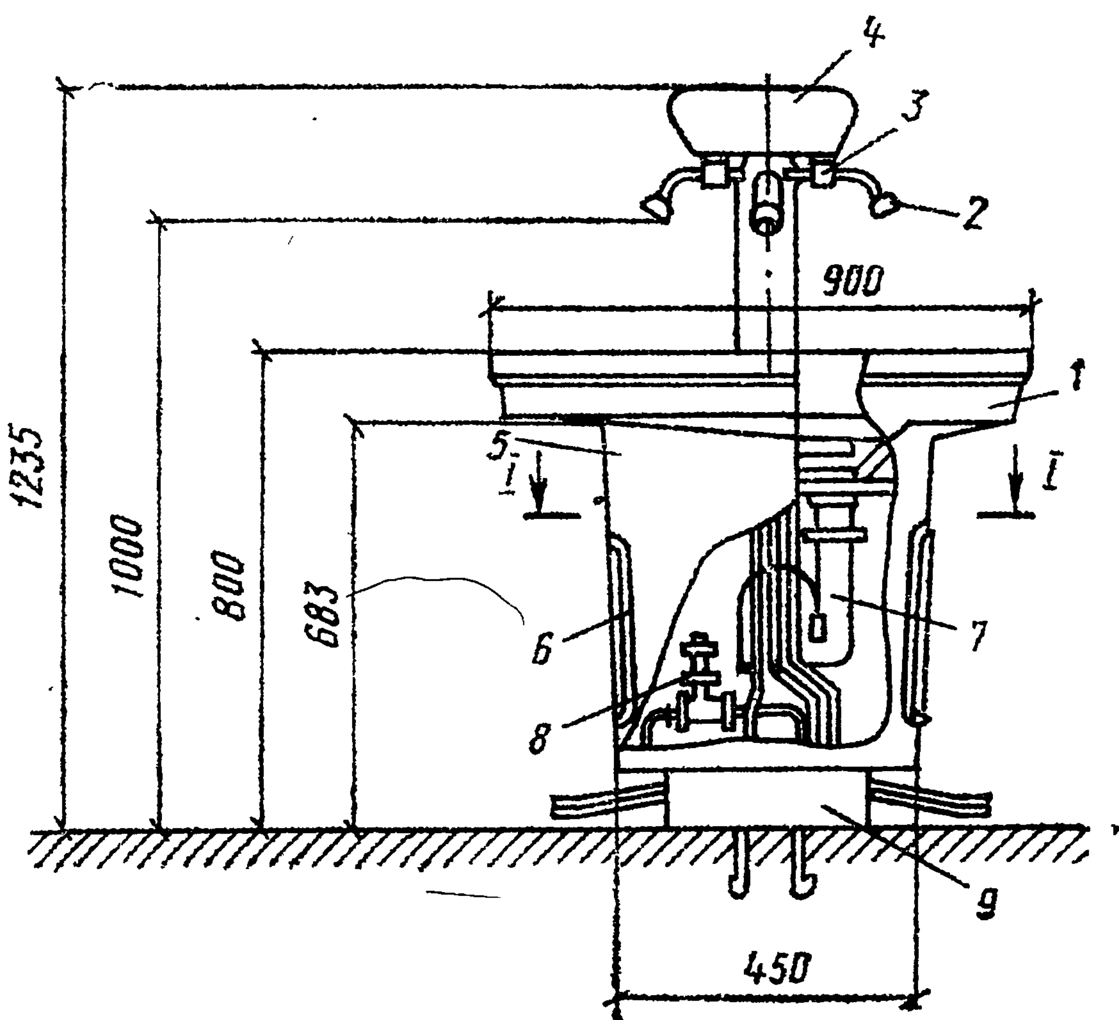
Установка умывальников

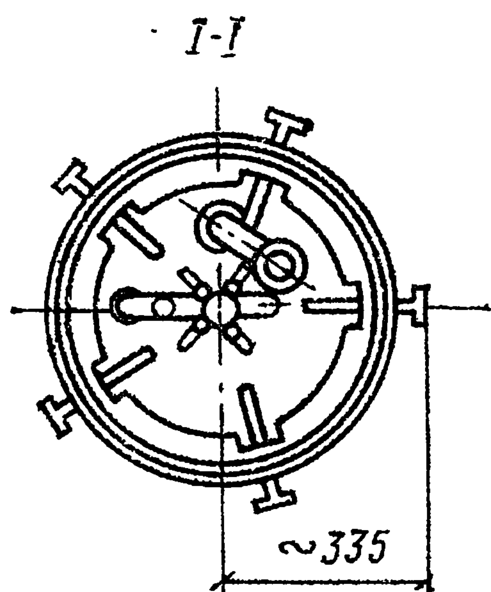


а — с сифоном-ревизией и туалетным краном; *б* — с бутылочным сифоном и смесителем; *1* — умывальник прямоугольный со спинкой (ГОСТ 14360—69); *2* — кран туалетный поворотный (ГОСТ 9457—69); *3* — сифон-ревизия двухоборотный (ГОСТ 6924—69); *4* — смеситель для умывальника настольный с нижней камерой смешения (ГОСТ 7941—64); *5* — водопровод; *6* — сифон бутылочный (ГОСТ 8246—68); *7* — канализация



Установка умывальника круглого с индивидуальными изливами



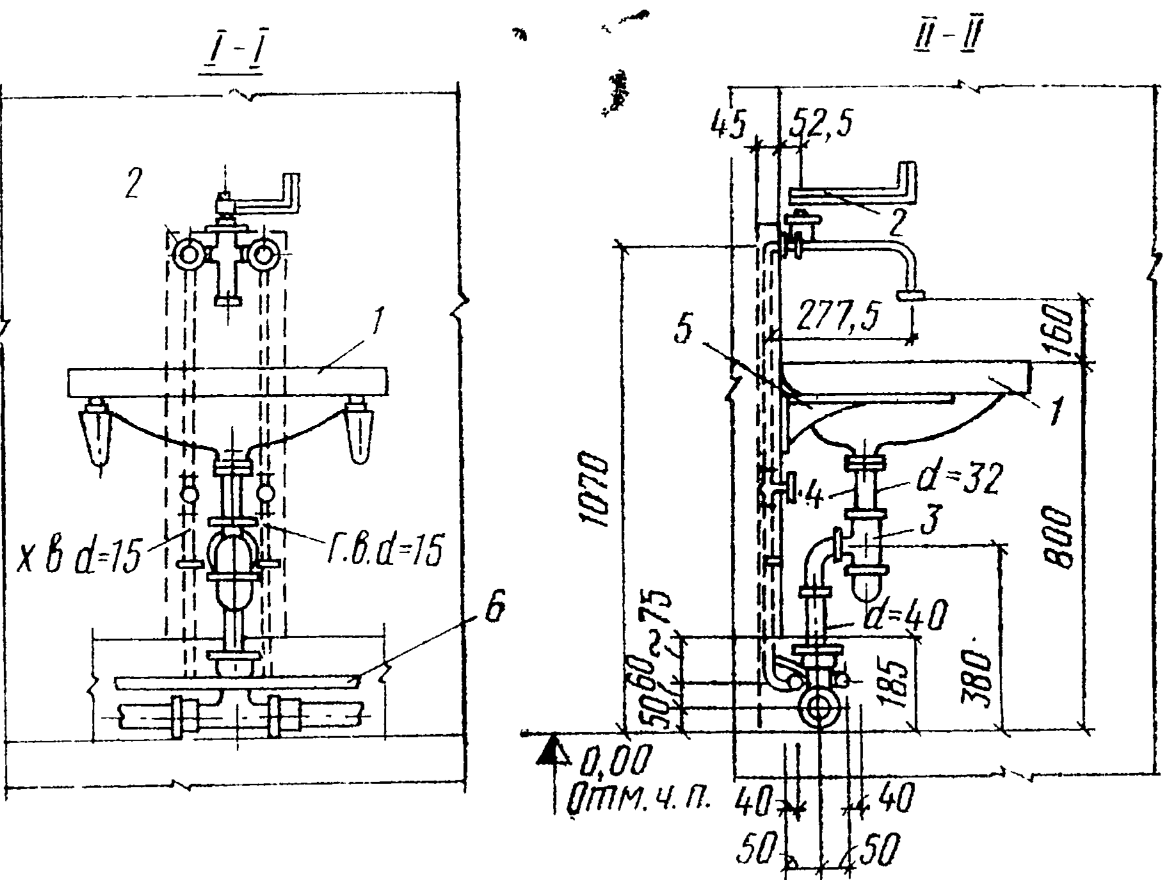


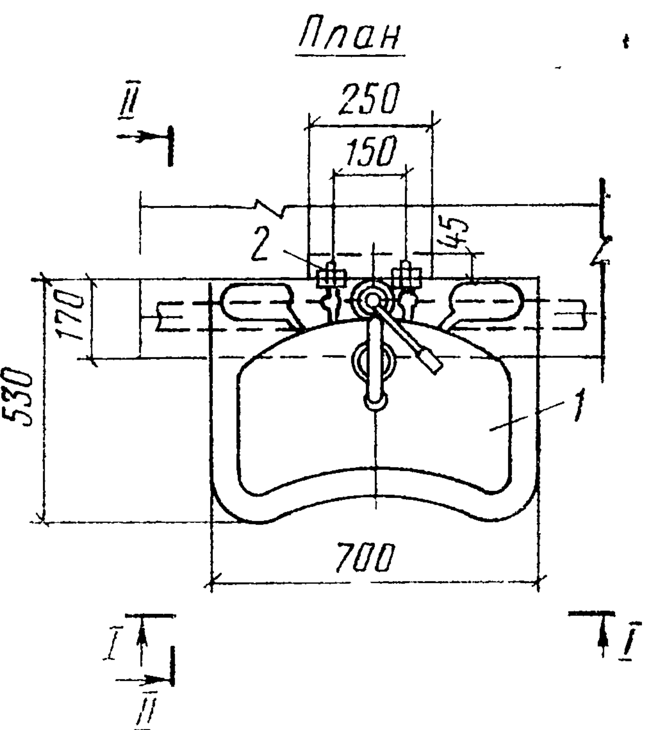
1 — чаша асбестоцементная или чугунная; *2* — излив; *3* — дозатор жидкого мыла; *4* — мыльница; *5* — постамент асбестоцементный или чугунный; *6* — крышка люка постамента; *7* — сифон двухоборотный, *d*=50 мм; *8* — вентиль запорный, *D*=25 мм; *9* — педальный пуск

Установка раковины стальной эмалированной с одним водоразборным краном

1 — раковина стальная эмалированная (ГОСТ 8631—57); 2 — сифон-ревизия чугунный двухоборотный, d=50 мм (ГОСТ 6924—69); 3 — кран водоразборный, d=15 мм (ГОСТ 8906—70)

Установка хирургического умывальника с локтевым смесителем





1 — умывальник хирургический с вогнутым бортом; 2 — смеситель локтевой (ГОСТ 7876—64); 3 — сифон бутылочный с вертикальным отводом (ГОСТ 8246—68); 4 — выпуск пластмассовый; 5 — кронштейны (ГОСТ 1153—58); 6 — канализация, $d_{мин}$ =50 мм

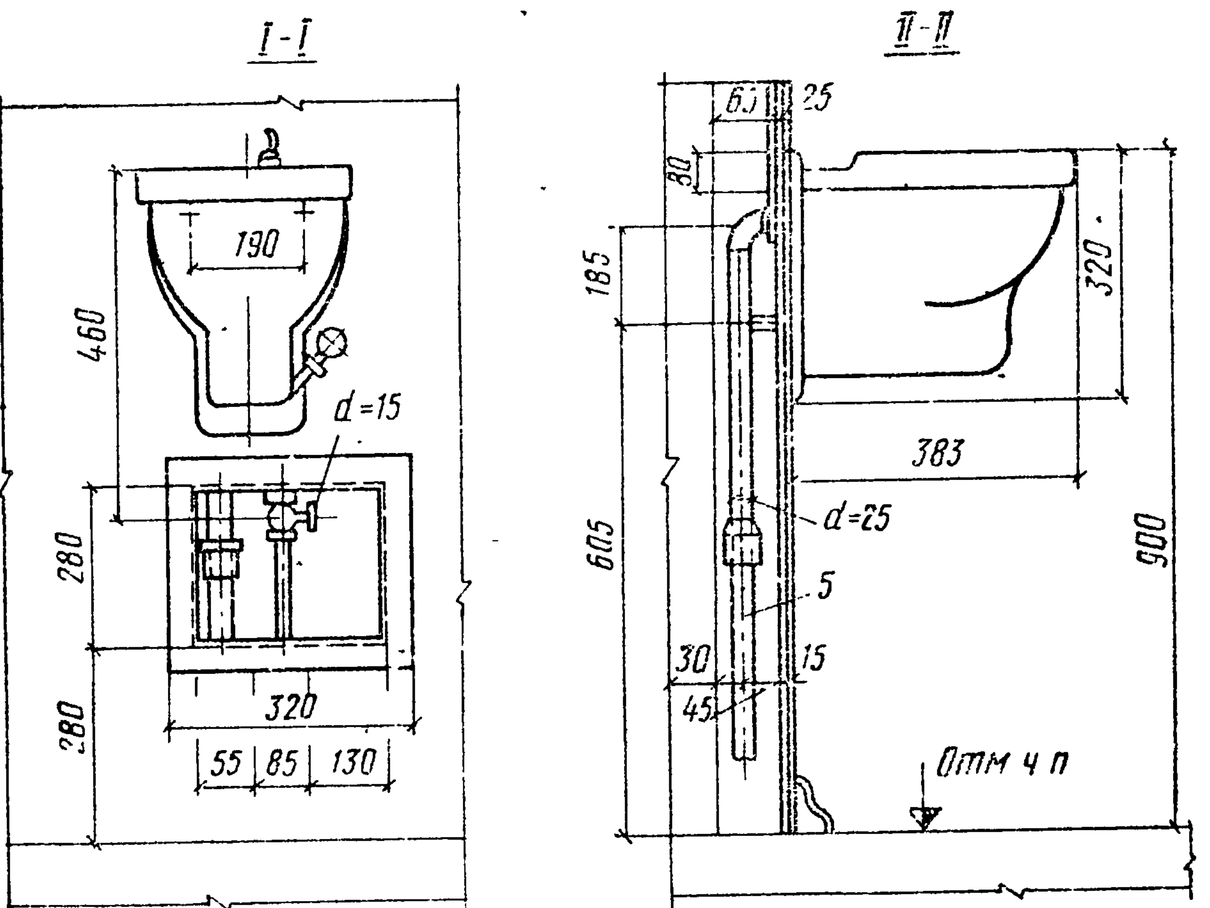
Установка душевых кабин

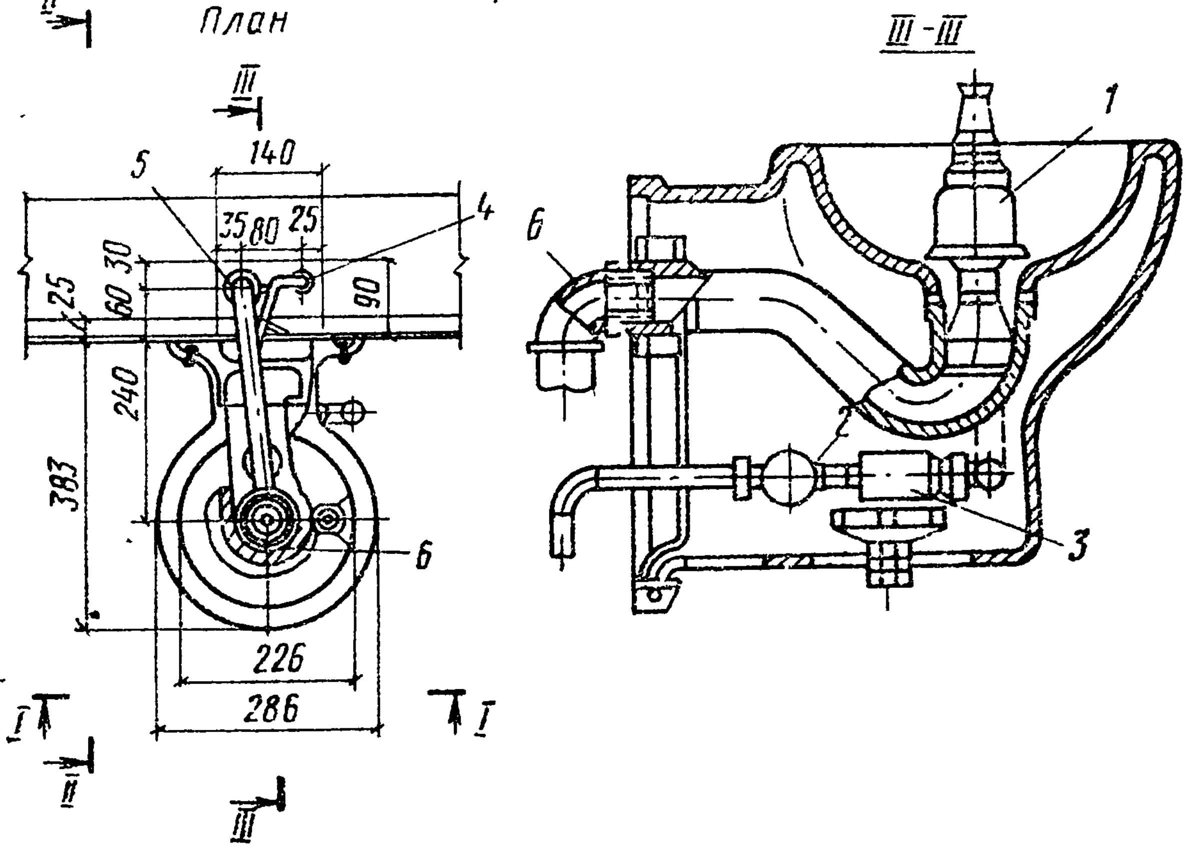
а — групповой; *б* — индивидуальной с мелким поддоном; *1* — кран; *2* — душевая сетка; *3* — поддон душевой чугунный эмалированный мелкий с трапом (ГОСТ 10161—62); *4* — смеситель с открытой нижней подводкой воды со стационарной душевой трубкой и сеткой (ГОСТ 10822—64)

Установка мойки без спинки с одним отделением большой модели

1 — мойка чугунная эмалированная (ГОСТ 7506—60); *2* — сифон-ревизия двухоборотный (ГОСТ 6924—69); *3* — смеситель для мойки с нижней камерой смещения; *4* — канализация

Установка фонтанчика питьевого настенного с ручным управлением (ТУ 21-01-120-67)

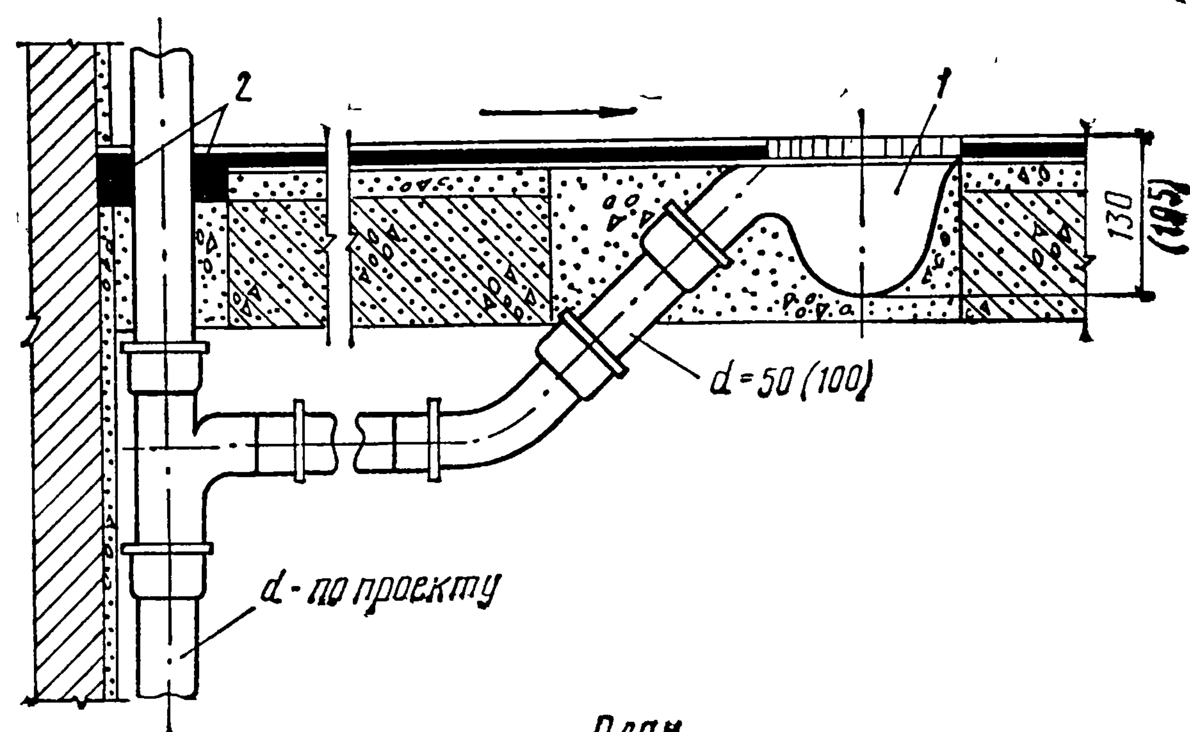




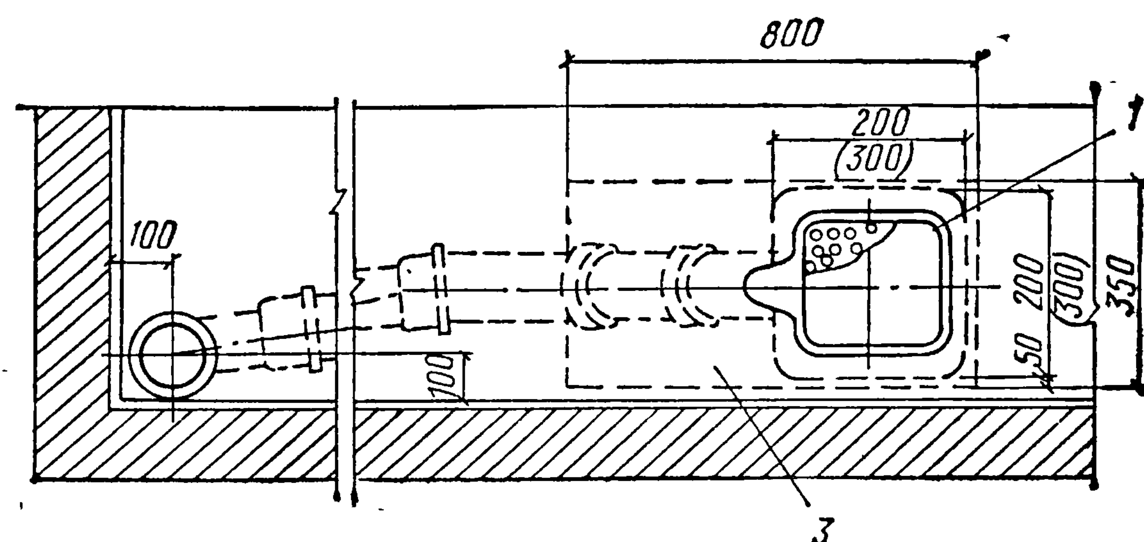
1 — питьевой насадок с козырьком; 2 — кран пусковой; 3 — регулятор давления; 4 — водопровод; 5 — канализация; 6 — выпуск с решеткой

Установка фонтанчика питьевого настенного с педальным управлением

Установка трапов $d=50$ (100) (ГОСТ 1811—62)

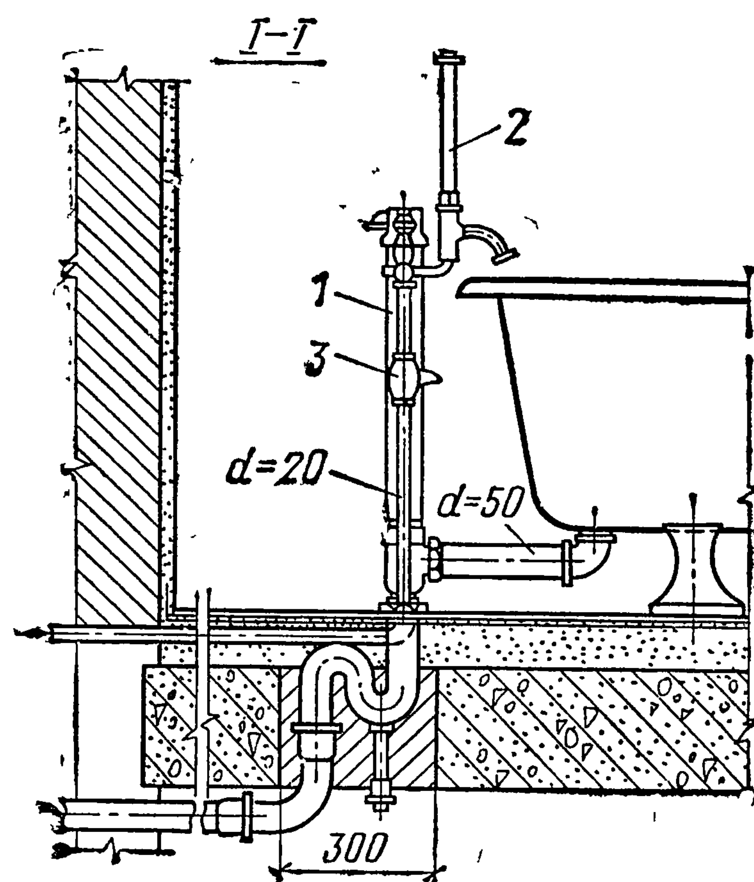


План

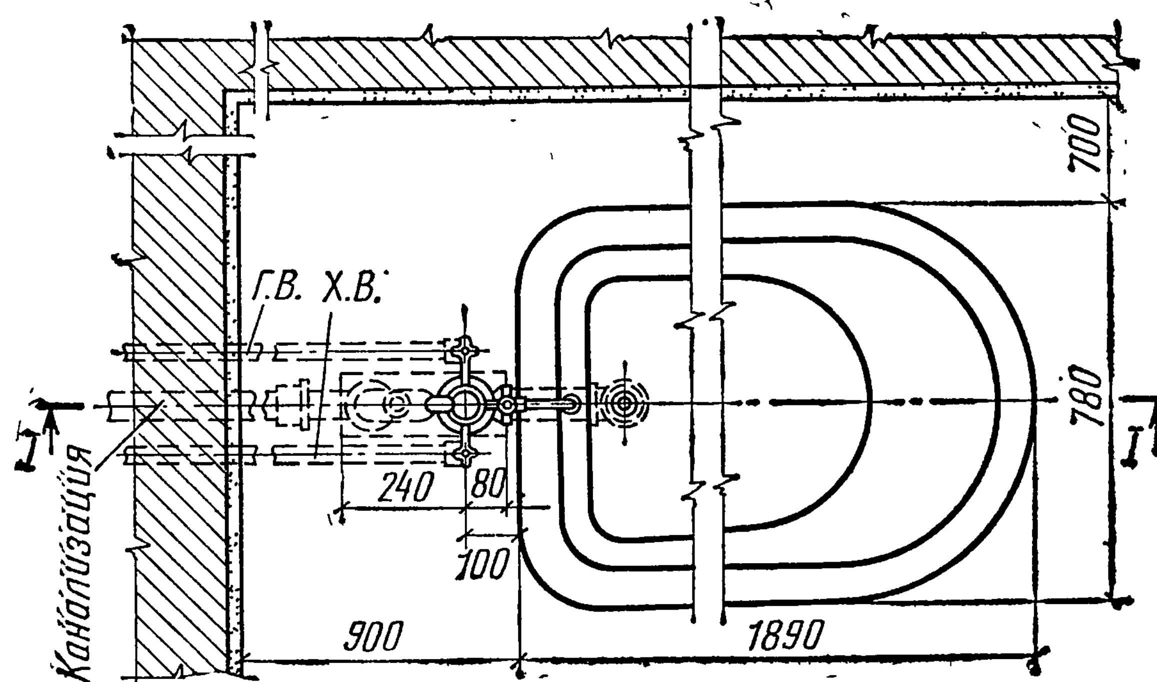


1 — трап; *2* — гидроизоляционный битумный замок; *3* — отверстие в перекрытии (размеры в скобках даны для трапа диаметром 100 мм)

Установка фаянсовых ванн в лечебных учреждениях



План



1 — смеситель на полке; *2* — термометр; *3* — запорные вентили, $d=20$ мм; К. ст. — канализационный стояк; Ст. х. в. — водопроводный стояк; Ст. г. в. — стояк горячего водоснабжения

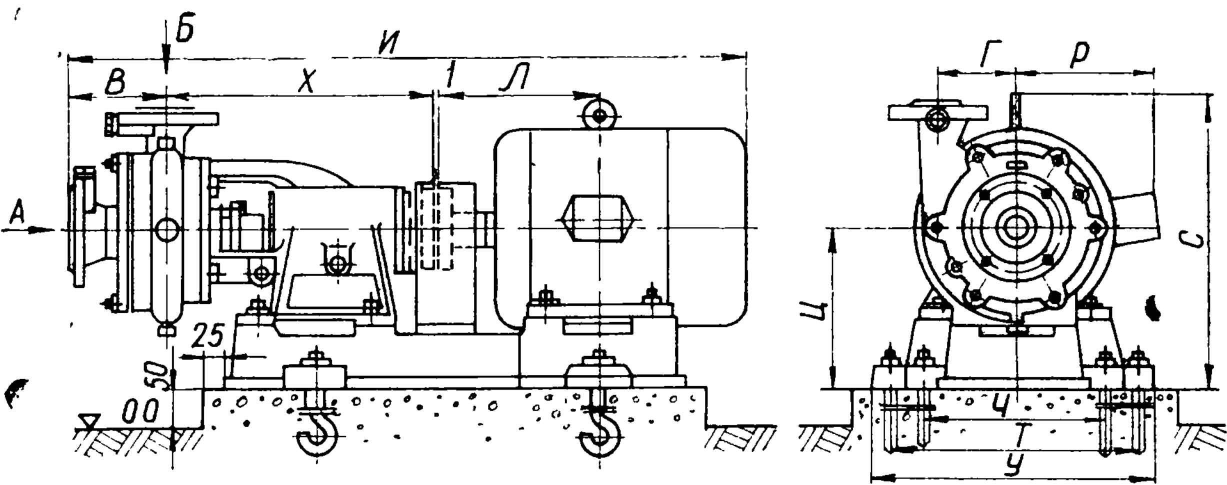
7. ОБОРУДОВАНИЕ

ПРИЛО

Нас

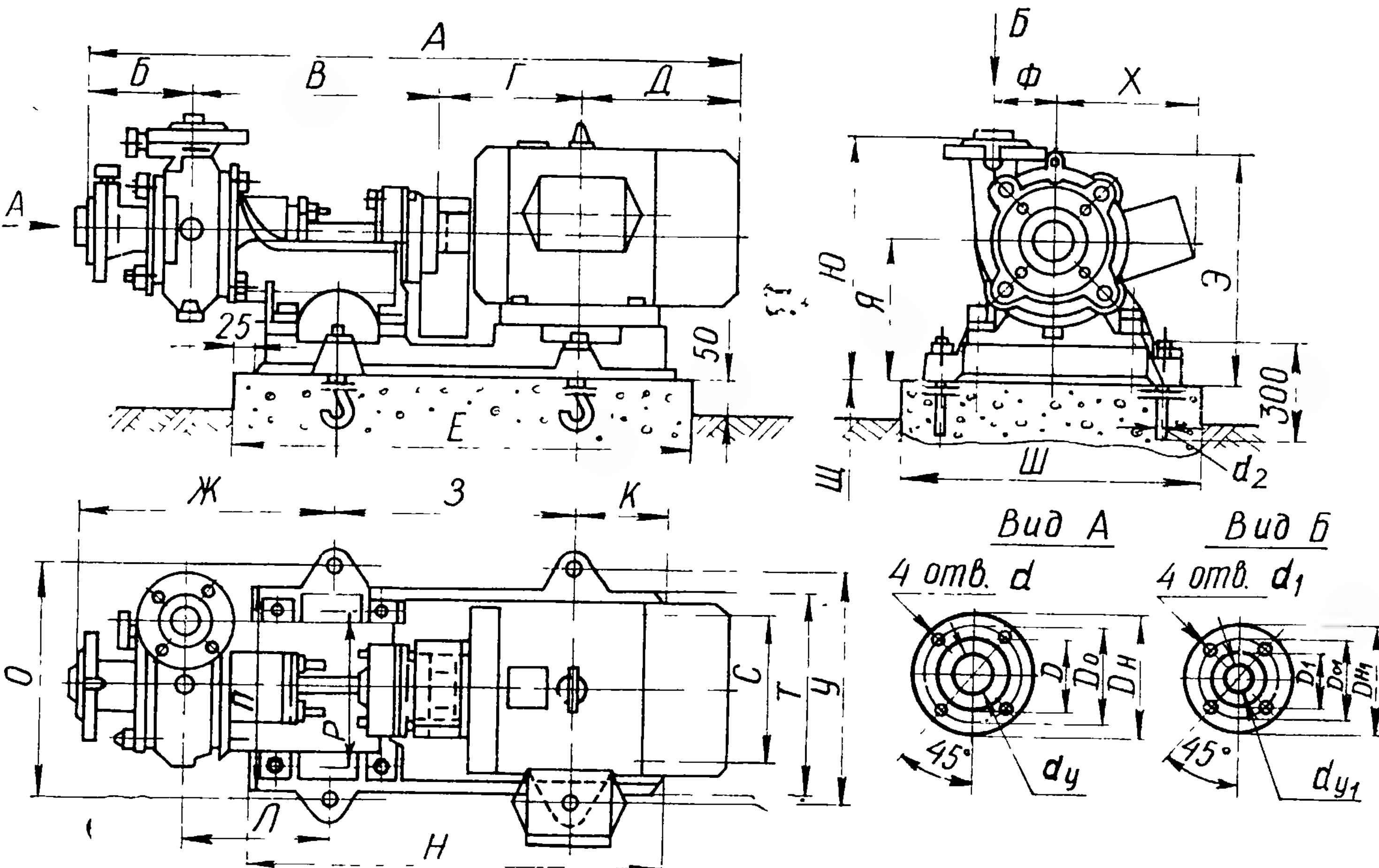
Насосы центробежные типов К и КМ Ереванского насосного завода для перекачки воды питьевой и промышленно-хозяйственного назначения

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, И ТИП ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ



Марка насоса	И	В	Х	Л	Ш	М	Щ	О	Н	Г	Р	Ц	С	Ч	Т
1,5К-8/19	808	120	341	175	309	328	114,5	535	227	75	162	210	294	185	250
1,5К-8/19а	808	120	341	175	309	328	114,5	535	227	75	162	210	294	185	250
1,5К-8/19б	788	120	341	164,5	309	317,5	114,5	531	207	75	146	210	283	185	225
2К-20/18	836	120	341	189	309	342	114,5	563	227	80	162	210	294	185	250
2К-20/18а	808	120	341	175	309	328	114,5	535	227	80	162	210	294	185	250
2К-20/18б	808	120	341	175	309	328	114,5	535	227	80	162	210	294	185	250
2К-20/30	857	120	341	206	309	359	114,5	587	270	98	174	210	339	225	290
2К-20/30а	831	120	341	193	309	346	114,5	561	270	98	174	210	339	225	290
2К-20/30б	836	120	341	189	309	342	114,5	363	227	98	162	210	294	185	250

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, И ТИП ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ



Марка насоса	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	К	Л	Н	О	П	Р	С	Т	У	Ф
3К-9	984	148	328,5	259	248	690	335	401	130,5	187	640	280	263	200	216	304	320	105
3К-9а	946	148	328,5	240	229	650	335	382	111,5	187	602	280	263	200	216	304	320	105
4К-18	990	158	331,5	250	248	690	348	401	130,5	190	640	280	263	200	216	304	320	108
4К-18а	952	158	331,5	240	249	650	328	382	111,5	190	602	280	263	200	216	304	320	108

ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ

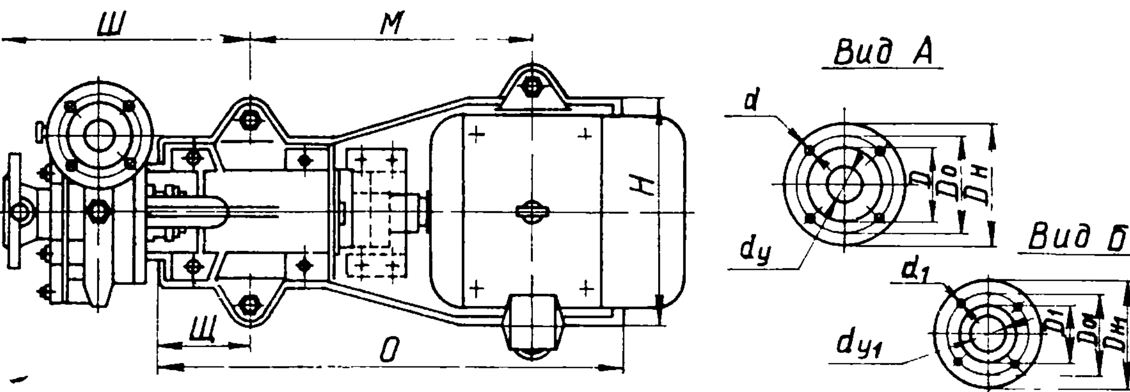
ЖЕНИЕ XXII

осы

(горизонтальные одноступенчатые консольные с колесом одностороннего входа с содержанием механических примесей до 0,05% по массе и размером до 0,1 мм)

ТАБЛИЦА XXII.1

НАСОСОВ ТИПА К МАРОК 1,5К-8/19—2К-20/30б



У	Всасывающий патрубок					Нагнетательный патрубок					Тип электродвигателя
	$D_н$	$D_о$	D	$d_у$	d	$D_{н_1}$	$D_{о_1}$	D_1	$d_{у_1}$	d_1	
291	130	100	80	40	14	120	90	70	32	14	АОЛ2-21/2
291	130	100	80	40	14	120	90	70	32	14	АОЛ2-21/2
266	130	100	80	40	14	120	90	70	32	14	АОЛ2-12/2
291	140	110	90	50	14	130	100	80	40	14	АОЛ2-22/2
291	140	110	90	50	14	130	100	80	40	14	АОЛ2-21/2
291	140	110	90	50	14	130	100	80	40	14	АОЛ2-21/2
331	140	110	90	50	14	130	100	80	40	14	АОЛ2-32/2
331	140	110	90	50	14	130	100	80	40	14	АОЛ2-31/2
291	140	110	90	50	14	130	100	80	40	14	АОЛ2-22/2

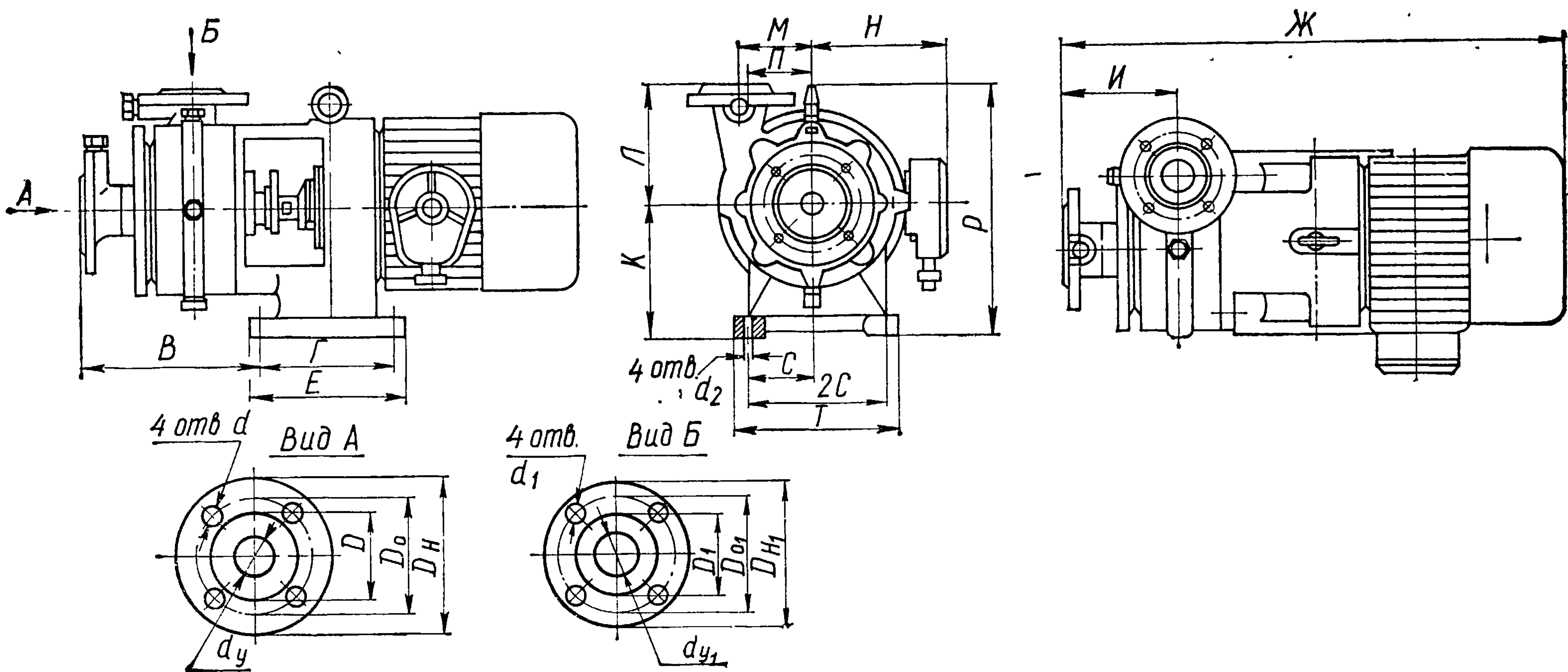
ТАБЛИЦА XXII.2

НАСОСОВ ТИПА К МАРОК 3К-9—4К-18а

Х	Ш	Щ	Э	Ю	Я	d_2	Всасывающий патрубок					Нагнетательный патрубок					Тип электродвигателя
							$D_н$	$D_о$	D	$d_у$	d	$D_{н_1}$	$D_{о_1}$	D_1	$d_{у_1}$	d_1	
222	410	600	413	365	215	25	185	150	128	80	18	140	110	90	50	14	АО2-42-2
222	410	600	413	365	215	25	185	150	128	80	18	140	110	90	50	14	АО2-41-2
222	410	600	413	365	215	25	205	170	148	100	18	185	150	128	80	18	АОЛ2-42-2
222	410	600	413	365	215	25	205	170	148	100	18	185	150	128	80	18	АО2-41-2

ТАБЛИЦА XXII.3

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, НАСОСОВ ТИПА КМ



Марка электронасоса	В	Г	Е	Ж	И	К	Л	М	Н	П	Р	С	Т	d_2	Всасывающий патрубок					Нагнетательный патрубок				
															$D_н$	$D_о$	D	$d_у$	d	$D_{н_1}$	$D_{о_1}$	D_1	$d_{у_1}$	d_1
1,5КМ-8/19 1,5КМ-8/19а 1,5КМ-8/19б	205	140	170	532	120	140	125	75	150	74	257	75	190	14	130	100	80	40	14	120	90	70	32	14
2КМ-20/18 2КМ-20/18а 2КМ-20/18б	205	140	170	560	120	140	125	80	150	74	267	75	190	14	140	110	90	50	14	130	100	80	40	14
2КМ-20/30 2КМ-20/30а	205	140	170	588	120	140	150	90	167	102	270	75	190	14	140	110	90	50	14	130	100	80	40	14

ТАБЛИЦА XXII.4

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ НАСОСОВ ТИПОВ К И КМ

Марка насоса	Подача, м³/ч	Полный напор, м вод. ст.	Мощность, квт		к. п. д., %	Диаметр рабочего колеса, мм	Масса агрегата, кг
			на валу насоса	электродвигателя			
1,5К-8/19	6—14	20,3—14	0,7—1	1,5	44—53	128	79
1,5КМ-8/19	6—14	20,3—14	—	1,5	44—53	128	50,5
1,5К-8/19а	5—13,5	16—11,2	0,6—0,9	1,5	38—50	115	79
1,5КМ-8/19а	5—13,5	16—11,2	—	1,5	38—50	115	50,5
1,5К-8/19б	4,5—13	12,8—8,8	0,5—0,7	1,1	35—45	105	75
1,5КМ-8/19б	4,5—13	12,8—8,8	—	1,1	35—45	105	50,5
2К-20/18	11—22	21—17,5	1,2—1,6	2,2	56—66	128	86
2КМ-20/18	11—22	21—17,5	—	2,2	56—66	128	58,4
2К-20/18а	10—21	16,8—13,2	0,8—1,2	1,5	54—63	118	80
2КМ-20/18а	10—21	16,8—13,2	—	1,5	54—63	118	58,4

Продолжение табл. XXII.4

Марка насоса	Подача, м³/ч	Полный напор, м вод. ст.	Мощность, квт		к. п. д., %	Диаметр рабочего колеса, мм	Масса агрегата, кг
			на валу насоса	электродвигателя			
2К-20/18б	10—20	13—10,3	0,7—0,9	1,5	51—62	106	80
2КМ-20/18б	10—20	13—10,3	—	1,5	51—62	106	58,4
2К-20/30	10—30	34,5—24	1,8—3,1	4	50,6—63,5	162	108
2КМ-20/30	10—30	34,5—24	—	4	50,6—63,5	162	77,3
2К-20/30а	10—30	28,5—20	1,4—2,5	3	54,5—64,1	148	99
2КМ-20/30а	10—30	28,5—20	—	3	54,5—64,1	148	77,3
2К-20/30б	10—25	24—16,4	1,2—1,7	2,2	54,9—64	132	89
3К-9	30—54	34,8—27	4,6—5,8	7,5	62—71,5	168	129
3К-9а	25—45	24,2—19,5	2,7—3,4	5,5	62,5—71	143	115
4К-18	60—100	25,7—18,9	5,6—6,7	7,5	76—77	148	133
4К-18а	50—90	20,7—14,3	3,9—4,7	5,5	73—75	136	119

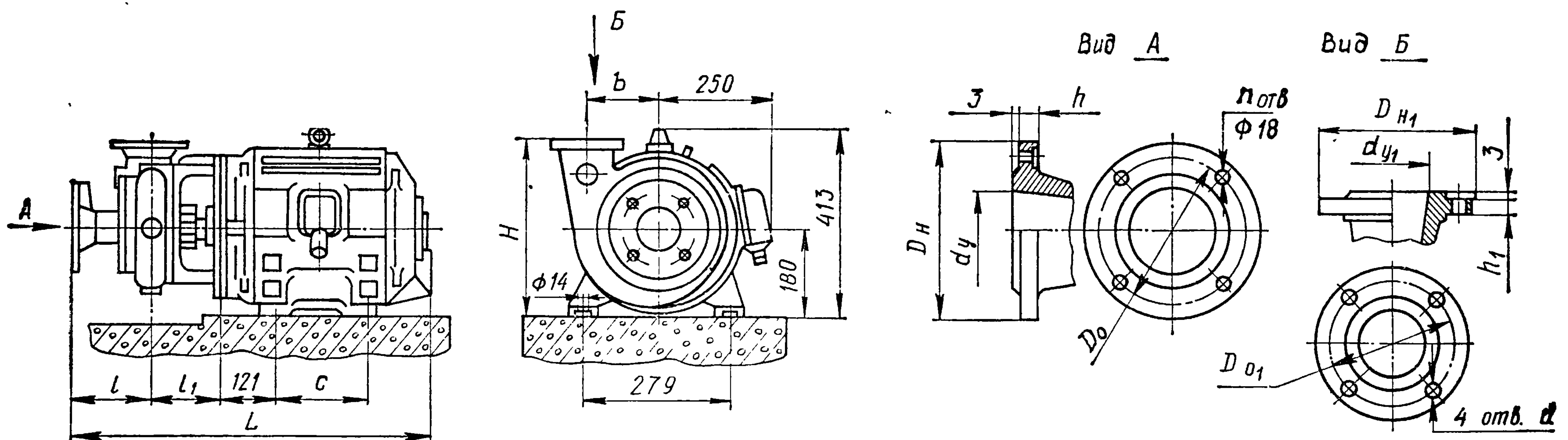
Примечания: 1. Буквы и цифры, составляющие марку насоса, например электронасоса 2КМ-20/30, обозначают: 2 — условный проход входного патрубка в мм, уменьшенный в 25 раз; КМ — консольный моноблочный; 20 — подача в м³/ч; 30 — напор в м вод. ст.

2. Допустимая вакуумметрическая высота всасывания 6 м вод. ст.; максимально допустимое давление на входе 2 кгс/см²; частота вращения 2900 об/мин.

Насосы центробежные типа КМ Катайского насосного завода (горизонтальные одноступенчатые консольные с колесом одностороннего входа для перекачки воды питьевой и промышленно-хозяйственного назначения, а также других жидкостей, сходных с водой по вязкости и химической активности, температурой до 85° или до 105° С по специальному заказу, не имеющих примесей волокнистых материалов, золы, шлака, песка, руды и других, вызывающих забивание каналов рабочего колеса и проточной части или быстрое изнашивание деталей насоса)

ТАБЛИЦА XXII.5

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, ТИП ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ И МАССА АГРЕГАТА, кг, НАСОСОВ ТИПА КМ



Марка насоса	b	c	L	l	l_1	H	Всасывающий патрубок					Нагнетательный патрубок					Электродвигатель		Масса агрегата
							$D_н$	$D_о$	$d_у$	h	n, шт.	$D_{н1}$	$D_{о1}$	$d_{у1}$	d	h_1	тип	мощность, кВт	
3КМ-6	124	203	777	160	173	390	185	150	80	19	4	140	110	50	14	17	А2-61-2	17	196
3КМ-6а	124	203	777	160	173	390	185	150	80	19	4	140	110	50	14	17	А2-61-2	17	196
4КМ-8	135	241	815	160	173	390	205	170	100	19	4	180	145	70	18	19	А2-62-2	22	204
4КМ-8а	135	203	777	160	173	390	205	170	100	19	4	180	145	70	18	19	А2-61-2	17	197
4КМ-12	120	203	777	160	173	380	205	170	100	19	4	185	150	80	18	19	А2-61-2	17	195
4КМ-12а	120	203	777	160	173	380	205	170	100	19	4	185	150	80	18	19	А2-61-2	17	195
6КМ-12	180	203	807	170	193	430	260	225	150	17	8	205	170	100	18	15	А2-61-4	13	230
6КМ-12а	180	203	807	170	193	430	260	225	150	17	8	205	170	100	18	15	А2-61-4	13	230

Примечания: 1. Завод изготовляет насосы с нагнетательным патрубком, направленным вертикально вверх, иное направление должно оговариваться в заказе.

2. Направление вращения вала по часовой стрелке (правое), если смотреть со стороны всасывания.

3. Насосы поставляются только с указанными электродвигателями.

ТАБЛИЦА XXII 6

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ НАСОСОВ ТИПА КМ

Марка насоса	Подача, м³/ч	Подача, л/с	Напор, м вод. ст. (предельное отклонение ±5%)	Допустимая вакуумметрическая высота всасывания, м вод. ст.	Частота вращения, об/мин	К. п. д., %, не менее	Мощность на валу насоса, кВт
3КМ-6	30,6 45 61	8,5 12,5 17	58 54 45	7 5 4,5	2900	52 63 67	8,8 10,5 12,5
3КМ-6а	27,7 40 56	7,7 11,1 15,5	46 41,5 33,5	7 6 4,5	2900	50 56 59	6,7 7,4 9
4КМ-8	65 90 112	18 25 31	61 55 45	6 5 4	2900	62 73 65	16,5 18,5 20,1
4КМ-8а	61 90 104	17 25 29	49 43 36,5	6 5 4	2900	62 57 64	13,9 16 16,5
4КМ-12	65 90 112	18 25 31	38 34 27,5	6,5 5 3,5	2900	69 77 67	9,8 10,8 12
4КМ-12а	61 85 100	17 23,6 27,8	32,5 28,6 23	6,5 5 3,5	2900	70 70 69	8 9,2 9,6
6КМ-12	126 162 167	35 45 52	22,5 20 17,5	6,8 6 5,5	1450	75 81 76	10 10,9 11,3
6КМ-12а	108 150 165	30 41,7 46	18 15 14	6,8 6 5,5	1450	70 73 74	6,8 8,35 8,5

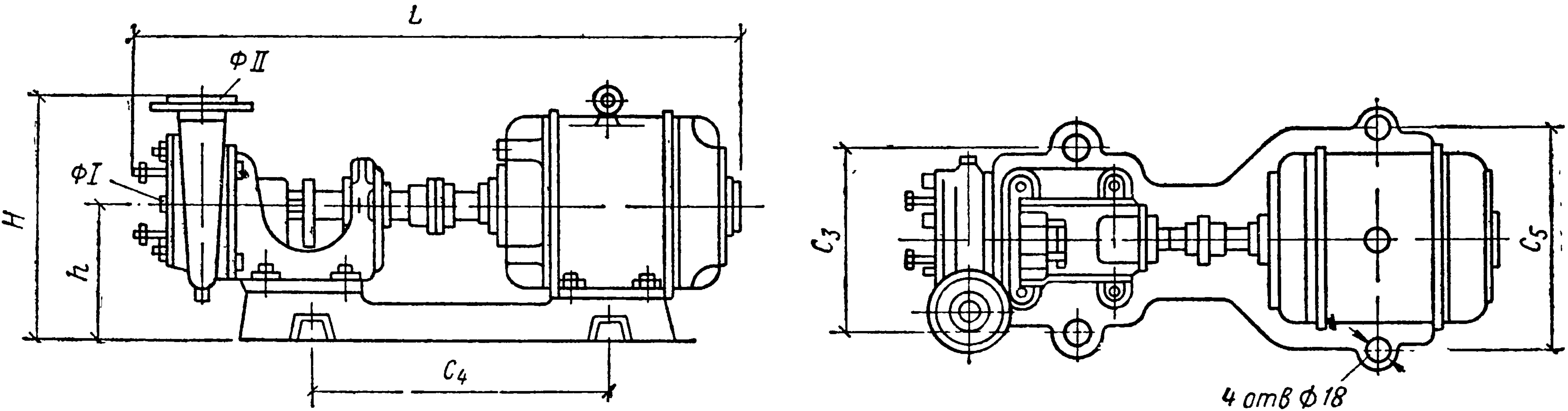
Примечания: 1. Допустимая вакуумметрическая высота всасывания дана для воды температурой 20° С при атмосферном давлении 10 м ст. жидкости.

2. Максимальное допустимое давление на входе 1,5 кгс/см².

Насосы центробежные типа ЦНШ (горизонтальные одноступенчатые консольные для перекачки воды температурой до 80° С)

ТАБЛИЦА XXII.7

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, ТИП ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ И МАССА АГРЕГАТА, кг, АГРЕГИРОВАННЫХ НАСОСОВ ТИПА ЦНШ



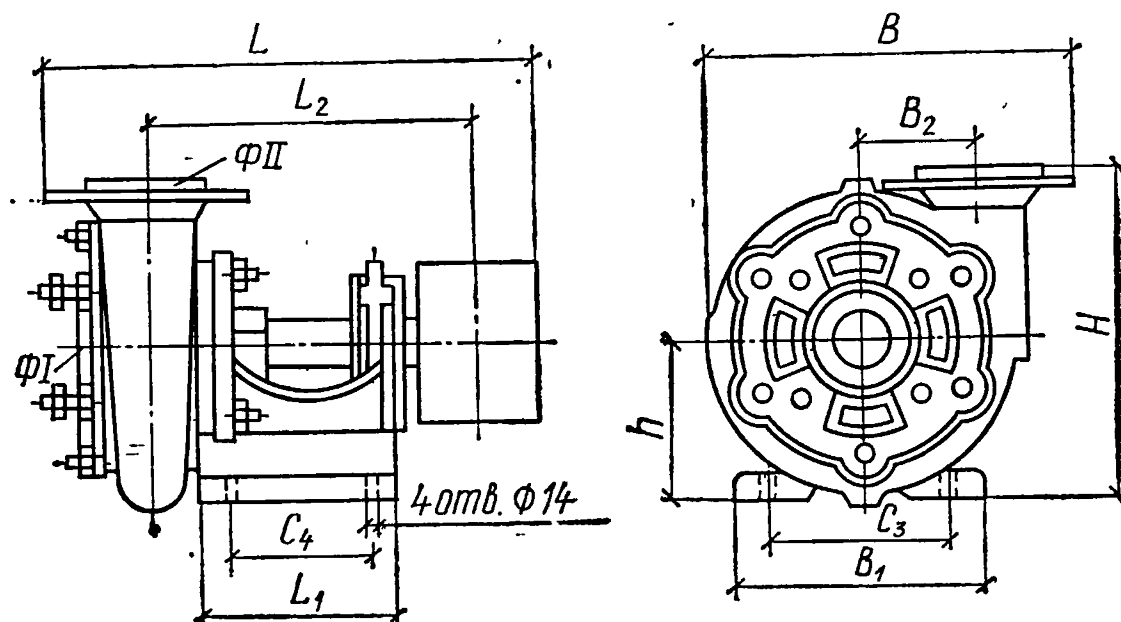
Марка насоса	L	H	h	C_3	C_4	C_5	Фланец ФI: $D_н$	Фланец ФI: $D_о$	Фланец ФI: $d_у$	Фланец ФI: шпильки	Фланец ФI: n, шт.	Фланец ФII: $D_н$	Фланец ФII: $D_о$	Фланец ФII: $d_у$	Фланец ФII: d	Фланец ФII: n, шт.	Электродвигатель: тип	Электродвигатель: номинальная мощность на валу, кВт	Электродвигатель: частота вращения, об/мин	Масса агрегата
ЦНШ-40	702 820	310 322	165 177	260 260	350 392	260 310	140	110	50	М12	4	130	100	40	15	4	АО2-12-4 АО2-32-2	0,8 4	1360 2880	62 84

Продолжение табл. XXII.7

Марка насоса	L	H	h	C_3	C_4	C_5	Фланец ФI					Фланец ФII					Электродвигатель			Масса агрегата
							$D_н$	$D_о$	$d_у$	шпильки	n, шт.	$D_н$	$D_о$	$d_у$	d	n, шт.	тип	номинальная мощность на валу, кВт	частота вращения, об/мин	
ЦНШ-65	810 955	327 355	202 230	285 285	397 475	320 415	160	130	75	М12	4	160	130	65	15	4	АО2-32-4 АО2-51-2	3 10	1430 2900	96 169
ЦНШ-80	926 1002	355 383	202 230	285 285	397 490	320 415	190	150	80	М12	4	190	150	80	18	4	АО2-32-4 АО2-52-2	3 13	1430 2900	97 192

ТАБЛИЦА XXII.8

РАЗМЕРЫ, мм, И МАССА, кг, НЕАГРЕГИРОВАННЫХ НАСОСОВ ТИПА ЦНШ



Марка насоса	L	L_1	L_2	H	h	B	B_1	B_2	C_3	C_4	Масса насоса
ЦНШ-40	386	175	296	270	125	272	200	102	150	105	28,8
ЦНШ-65	417	180	307	295	150	330	225	116	175	135	40,1
ЦНШ-80	432	180	306	311	150	350	225	118	175	135	41,5

Примечание. Размеры фланцев ФI и ФII приведены в табл. XXII.7.

ТАБЛИЦА XXII.8

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ НАСОСОВ ТИПА ЦНШ

Марка насоса	Подача, м³/ч	Полный напор, м вод. ст.	Частота вращения вала насоса, об/мин	Электродвигатель		Вид соединения с электродвигателем	Диаметр шкива, мм	
				тип	мощность, кВт		насоса	электродвигателя
ЦНШ-40	11 15 18 21 23	26 24 22 20 18	2880	АО2-32-2	4	Непосредственное	—	—
	16 19	12 10	2210	АО2-22-4	1,5	Ременная передача	80	125
	7 10 12	6 5 4	1360	АО2-12-4	0,8	Непосредственное	—	—
ЦНШ-65	30 43 52 60 65 70	30 28 26 24 22 20	2900	АО2-51-2	10	То же	—	—

Продолжение табл. XXII.9

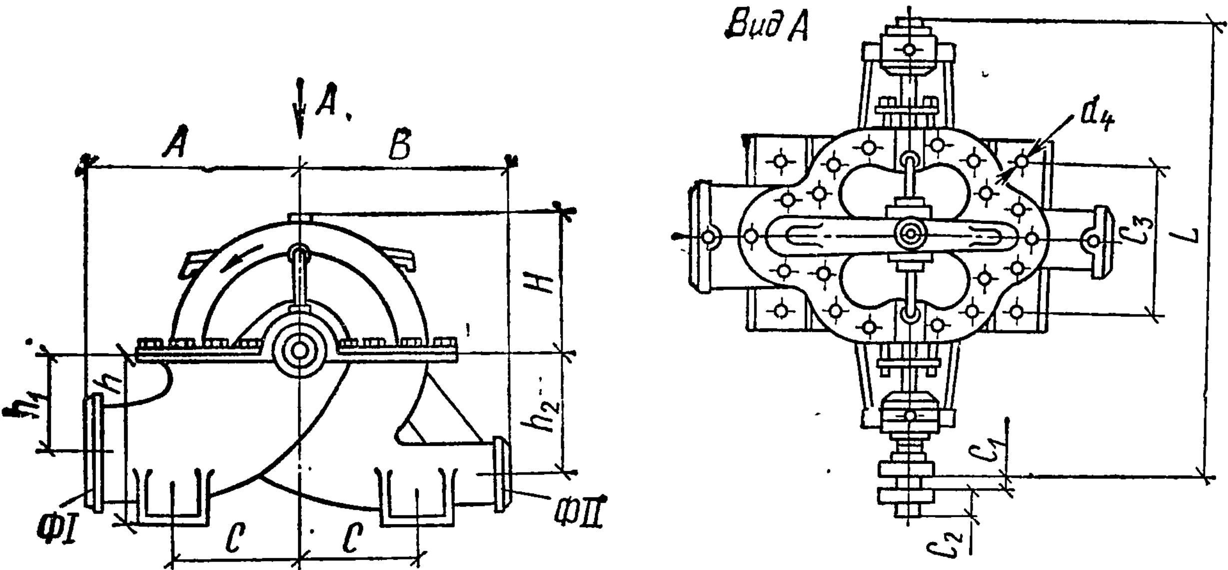
Марка насоса	Подача, м³/ч	Полный напор, м вод. ст.	Частота вращения вала насоса, об/мин	Электродвигатель: тип	Электродвигатель: мощность, кВт	Вид соединения с электродвигателем	Диаметр шкива, мм: насоса	Диаметр шкива, мм: электродвигателя
ЦНШ-65	40 48 56 63	22 20 18 16	2610	АО2-51-4	7,5	Ременная передача	140	250
	36 45 52	12 10 8	2010	АО2-41-4	4		180	250
	26 32 37	6 5 4	1430	АО2-32-4	3	Непосредственное	—	—
	19 26	5 4	1270	АО2-22-4	1,5	Ременная передача	140	125
ЦНШ-80	45 60 84 90 96 101	38 34 30 28 26 24	2900	АО2-52-2	13	Непосредственное	—	—
	58 65 72 79 85 94	28 26 24 22 20 18	2610	АО2-52-4	10	Ременная передача	140	250
	48 67	16 12	2010	АО2-41-4	4		180	250
	28 36 50	10 8 6	1430	АО2-32-4	3	Непосредственное	—	—
	32 40 47	6 5 4	1270	АО2-22-4	1,5	Ременная передача	140	125

Примечание. Допустимая вакуумметрическая высота всасывания для насосов марок ЦНШ-40, ЦНШ-65 и ЦНШ-80 равна соответственно 8; 7 и 6 м вод. ст. Указанная высота всасывания обеспечивается при температуре воды до 10° С; с повышением температуры высота всасывания уменьшается.

Насосы центробежные типа НДв (горизонтальные одноступенчатые с колесом двустороннего входа для перекачки воды температурой до 100° С)

ТАБЛИЦА XXII.10

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, И МАССА, кг, НАСОСОВ ТИПА НДв



Марка насоса	L	H	h	h_1	h_2	A	B	C	C_1	C_2	C_3	d_4	Фланец ФI: $D_н$	Фланец ФI: $D_о$	Фланец ФI: $d_у$	Фланец ФI: d	Фланец ФI: n, шт.	Фланец ФII: $D_н$	Фланец ФII: $D_о$	Фланец ФII: $d_у$	Фланец ФII: d	Фланец ФII: n, шт.	Масса насоса
4НДв-60	778	220	300	145	181	340	300	165	4	85	260	23	260	225	150	18	8	215	180	100	18	8	184
5НДв-60	848	266	350	162	224	426	373	215	4	85	260	23	260	225	150	18	8	235	200	125	18	8	242,5
6НДв-60	873	303	400	188	260	492	474	255	4	112	320	23	315	280	200	18	8	260	225	150	18	8	342

ТАБЛИЦА XXII.11

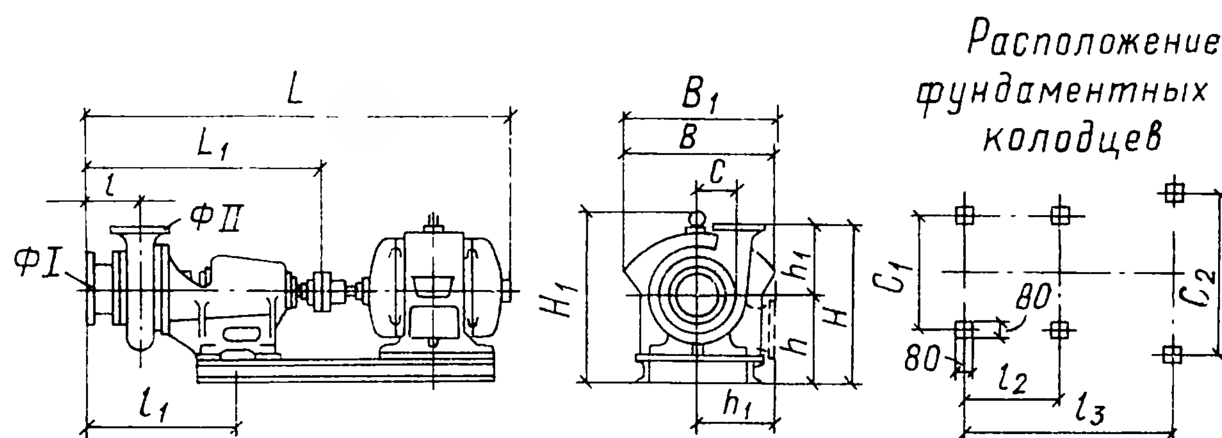
ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ НАСОСОВ ТИПА НДв

Марка насоса	Подача, м³/ч	Полный напор, м вод. ст.	Допустимая вакуумметрическая высота всасывания, м вод. ст.	Частота вращения (синхронная), об/мин	Мощность электродвигателя, кВт	Диаметр колеса, мм
4НДв-60	180—150 180—126 105—90	97—104 84—94 22—24	2—3,3 2—4 6,5	3000 3000 1500	75 75—55 14	280 265 280
5НДв-60	180—126 216—150 250—150	26—30 28—33 31—40	6,8—7,3 5,8—7 4,6—7	1500	30 30 40—30	300 325 350
6НДв-60	360—216 360—216 360—250	33—42 39—48 46—54	4—5,5 4—5,5 4—5	1500	55 75—55 75—55	360 380 405

Насосы центробежные фекальные типа НФ Рыбницкого насосного завода (горизонтальные одноступенчатые консольные для перекачки фекальных жидкостей и сточных вод температурой до 100° С и объемной массой γ=1050 кг/м³)

ТАБЛИЦА XXII.12

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, ТИП ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ И МАССА, кг, НАСОСОВ ТИПА НФ



Марка насоса	L	L_1	l	l_1	l_2	l_3	H	H_1	h	h_1	C	C_1	C_2	B	B_1
2½НФу	1194 1390 1346 1346 1378 1447 1397 1397 1458	800	200	450 470 500 495 473 500 510 500 512	— — — — — — — — —	600 600 600 600 680 680 680 680 680	545 535 557 505 597 505 545 505 477	— — — — — — — — —	320 310 332 280 372 280 320 280 252	225	125	260 270 260 300 260 300 260 300 445	260 270 260 300 260 300 260 300 445	378 500 390 400 315 456 440 450 540	— — — — — — — — —
4НФу	1410 1570 1536 1536	930	283	600 605 700 608	— — — —	630 680 680 680	— — — —	580 580 580 555	320 280 320 295	300	190	260 300 403 290	260 300 408 370	— — — —	565
6НФ	2185 2255	1310	380	796 818	510 550	1020 1100	— —	970 970	580 576	450	285	465 465	465 465	— —	860
8НФ	2810	1582	405	950	650	1300	—	1230	736	500	345	690	690	—	1030

Примечание. Нагнетательный патрубок у насоса 2½ НФу направлен вертикально вверх, у остальных насосов — горизонтально (на схеме показано пунктиром).

Продолжение табл. XXII.12

Марка насоса	Фланец Ф I					Фланец Ф II					Электродвигатель			Вид плиты	Масса насоса (без двигателя и рамы)
	$D_н$	$D_о$	$d_у$	d	n, шт.	$D_н$	$D_о$	$d_у$	d	n, шт.	тип	номинальная мощность, кВт	частота вращения, об/мин		
$2^1/_2$НФу	185	150	80	18	4	160	130	65	18	4	АО2-32-4 АО2-42-4 АО2-51-2 АО2-51-2 АО2-52-2 АО2-62-2 А2-62-2 А2-62-2 АО2-71-2	3 5,5 10 10 13 17 22 22 22	1430 1450 2900 2900 2900 2900 2900 2900 2900	Сварная » » Литая Сварная Литая Сварная Литая Сварная	125
4НФу	205	170	100	18	4	205	170	100	18	4	АО2-52-6 АО2-62-6 А2-71-4 А2-71-4	7,5 13 22 22	970 970 1455 1455	Сварная » » Литая	200
6НФ	280	240	150	20	8	280	240	150	20	4	АО2-82-6 АО2-91-6	40 55	980 985	Сварная »	615
8НФ	335	295	200	20	8	335	295	200	20	8	А101-6м А102-6м	100 125	980 980	Сварная »	920

ТАБЛИЦА XXII.13

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ НАСОСОВ ТИПА НФ

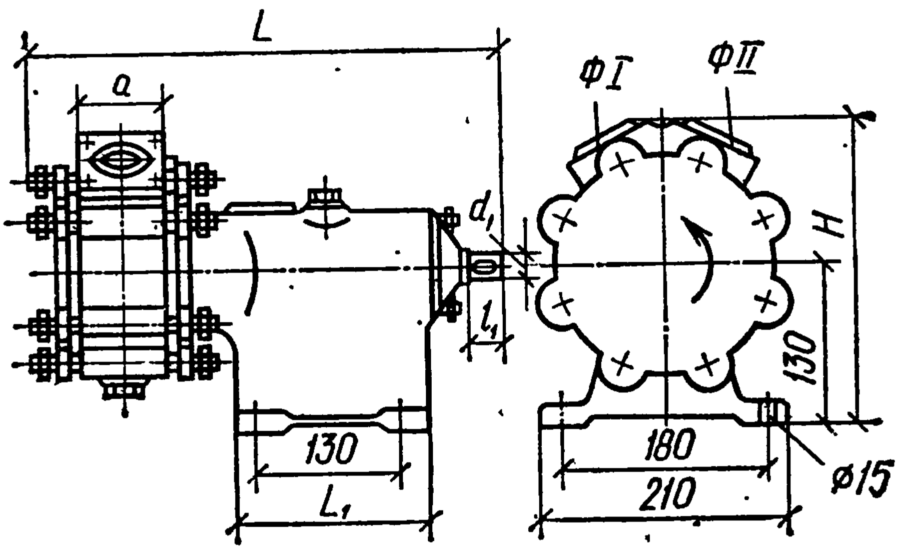
Марка насоса	Подача, м³/ч	Полный напор, м вод. ст.	Допустимая вакуумметрическая высота всасывания, м вод. ст.	Частота вращения (синхронная), об/мин	Мощность на валу насоса, кВт	Диаметр колеса, мм
$2^1/_2$НФу	54	9,7	8,3	1500	2,3	195
	100	32	4,2	3000	13,5	175
	105	36	3,8	3000	16	185
	108	40	3,2	3000	18,5	195
4НФу	115	10	6	1000	5	300
6НФ	360	23	6	1000	36	450
8НФ	576	36	5	1000	86	540

Примечание. Подача, напор и вакуумметрическая высота всасывания даны для оптимального режима работы насоса.

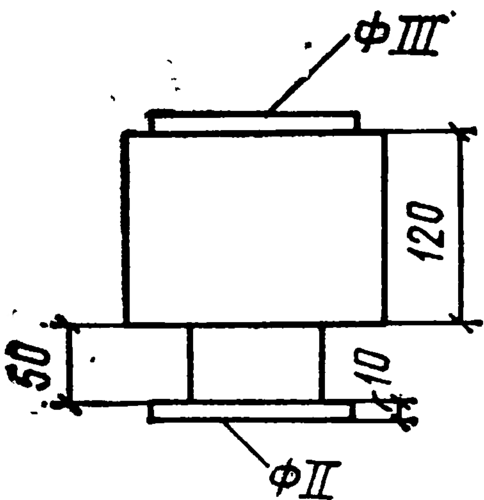
Насосы вихревые типа ВКиВ (горизонтальные одноступенчатые консольные для перекачки воды температурой до 85 °С)

ТАБЛИЦА XXII.14

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, И МАССА, кг, НАСОСОВ ТИПОВ ВК И В



Марка насоса	L	L_1	H	d_1	l_1	Фланец ФI					Фланец ФII					Фланец ФIII					Масса насоса без колпака
						a	D_0	d_y	d	n, шт.	a	D_0	d_y	d	n, шт.	$D_н$	D_0	d_y	d	n, шт.	
ВК-1/16	368	160	257	25	35	78	75	25	M10		78	75	25	M10		120	75	25	M10		23,5
ВК-2/26	365	160	260	25	35	100	100	40	M12		100	100	40	M12		130	100	400	M12		27,6
ВК-4/24	378	160	260	25	35	100	100	40	M12	4	100	100	40	M12	4	130	100	40	M12	4	28
ВК-5/24	390	160	270	25	35	108	110	50	M12		108	110	50	M12		140	110	50	M12		30,6
3В-2,7м	470	180	285	28	45	120	130	70	M12		120	130	70	M12		160	130	70	M12		43



Примечания: 1. Насосы типов ВК и В выпускаются также в вариантах: ВКО и ВО — обогреваемые; ВКС и ВС — самовсасывающие, оборудуемые чугунным воздушным колпаком (см. схему), обеспечивающим самовсасывающую способность насоса.

2. Размеры фланца ФIII относятся к воздушному колпаку.

ТАБЛИЦА XXII.15

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ НАСОСОВ ТИПОВ ВК И В

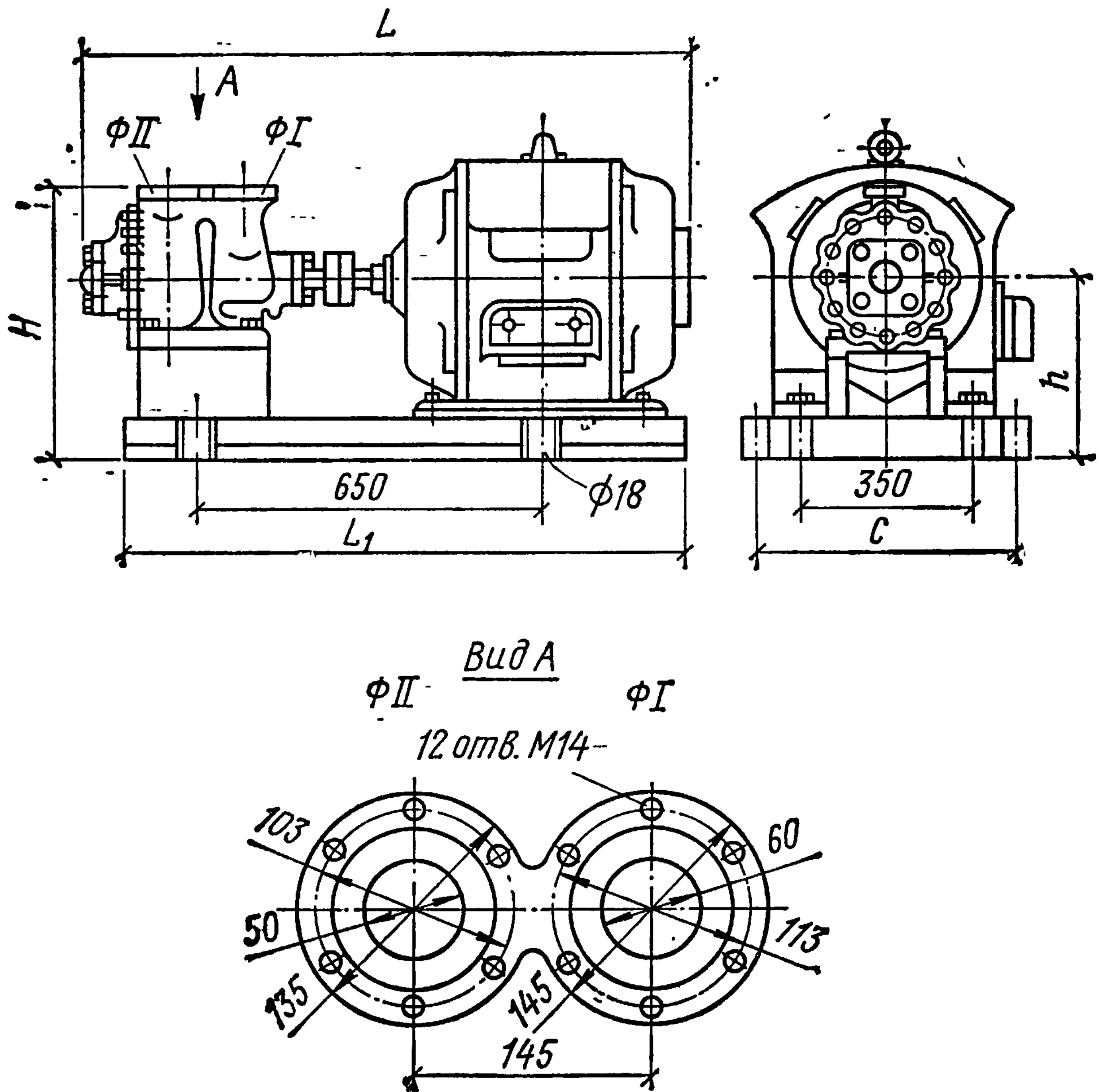
Масса насоса	Подача, м³/ч	Полный напор, м вод. ст.	Допустимая вакуумметрическая высота всасывания, м вод. ст.	Частота вращения (синхронная), об/мин	Мощность электродвигателя, кВт
ВК-1/16	3,6	16	6	1500	1,5
ВК-2/26	7,2	26	5	1500	5,5
ВК-4/24	14,4	24	4	1500	7,5
ВК-5/24	18	24	3,5	1500	10
3В-2,7м	20—35	80—35	4—3,5	1500	30

Приложения. Материалы и санитарно-техническое оборудование

Насосы центробежно-вихревые типа 2,5 ЦВм (горизонтальные двухступенчатые с центробежным и вихревым колесами для перекачки воды температурой до 105 °С)

ТАБЛИЦА **XXII.16**

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, ТИП ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ И МАССА, кг, НАСОСОВ ТИПА 2,5ЦВм



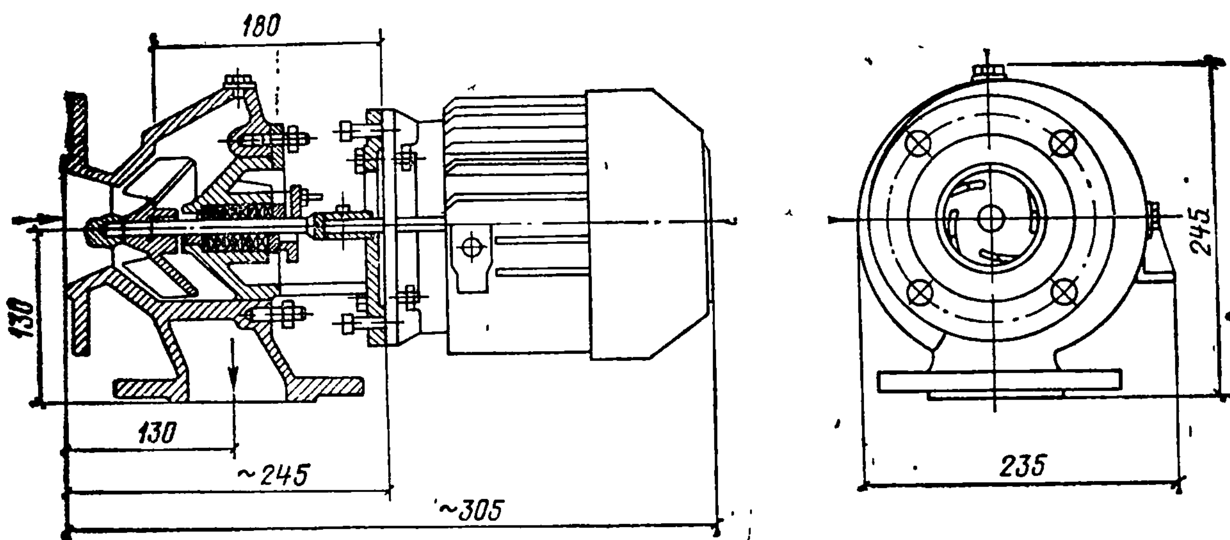
Марка насоса	L	L_1	H	h	C	Электродвигатель			Масса агрегата
						тип	мощность, кВт	частота вращения, об/мин	
2,5ЦВ-0,8м	1240	1080	420	235	450	А2-61-2	17	2900	320
2,5ЦВ-1,1м	1375	1080	440	255	450	АО2-71-2	22	2900	390
2,5ЦВ-1,3м	1275	1080	440	255	450	А2-71-2	30	2900	365
2,5ЦВ-1,5м	1325	1080	440	255	450	А2-72-2	40	2900	390

ТАБЛИЦА XXII.17

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ НАСОСОВ ТИПА 2,5ЦВм

Марка насоса	Подача, м³/ч	Гарантированный напор, м вод. ст.	Вакуумметрическая высота всасывания, м вод. ст., при температуре воды не более 10° С
2,5ЦВ-0,8м	5	190	7
2,5ЦВ-1,1м	10	190	7
2,5ЦВ-1,3м	15	190	7
2,5ЦВ-1,5м	20	190	7

Насосы диагональные ЦНИПС-10 и ЦНИПС-20 (для циркуляции воды в системах отопления при давлении до 5 кгс/см²)

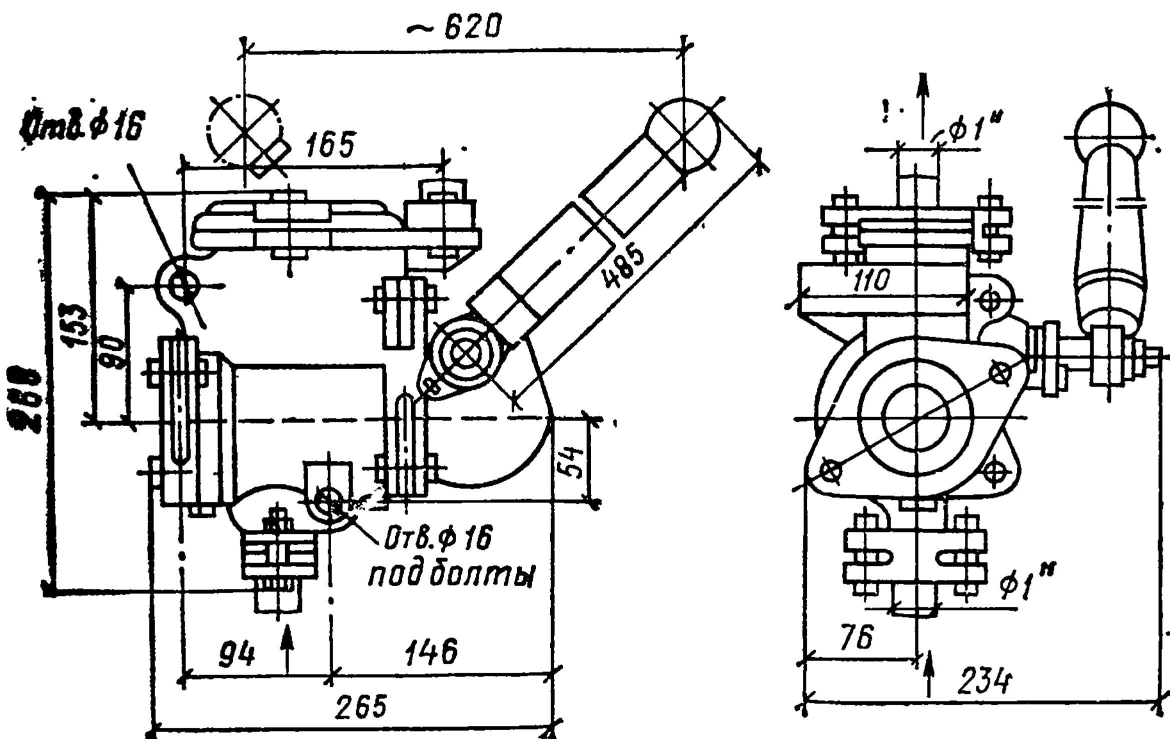


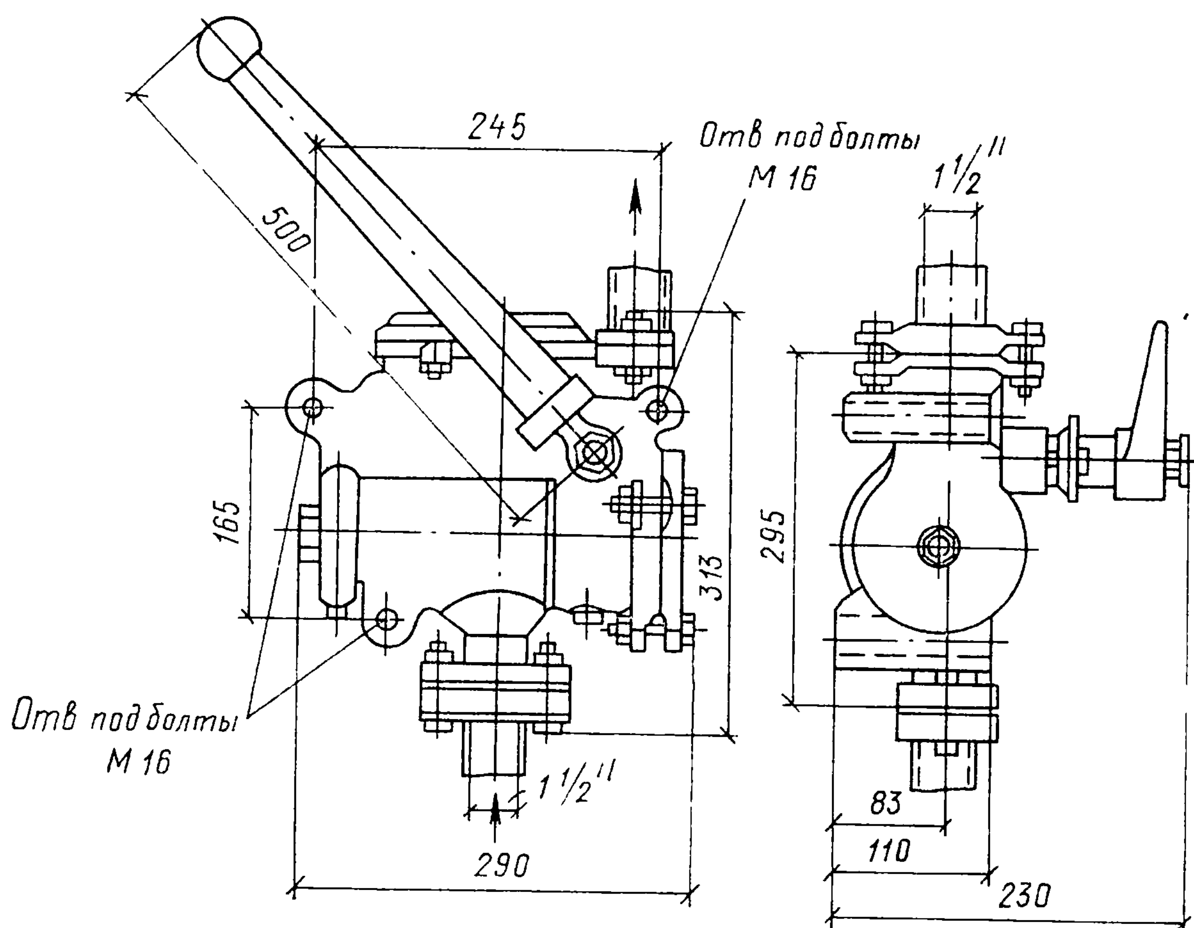
Техническая характеристика насоса ЦНИПС-20

Подача:	
м³/ч	≤20,5
л/с	≤6,5
Напор, м вод. ст.	1,5—3,1
Диаметр рабочего колеса, мм	105
Электродвигатель:	
тип	АОЛБ-31—4—Вз
мощность, кВт	0,27
частота вращения, об/мин	1450
напряжение, В	220
масса, кг	13,5
Масса агрегата, кг	35

Примечание. Насос ЦНИПС-10 изготовляется по специальному заказу.

Насосы ручные поршневые типа БКФ (одноцилиндровые двойного действия с ручным приводом для перекачки пресной воды, бензина, керосина, нефти и масел температурой до 80—90° С и вязкостью не более 10° Э)





Техническая характеристика насоса БКФ-2

Диаметр цилиндра, мм	75
Ход поршня, мм	70
Число двойных ходов за 1 мин	30—45
Производительность (для воды) за двойной ход, л	0,5
Напор наибольший, м вод ст.	30
Высота всасывания наибольшая при температуре воды до 18 °С, м вод. ст.	4,5
Масса, кг	19

Техническая характеристика насоса БКФ-4

Диаметр цилиндра, мм	100
Ход поршня, мм	90
Ход рукоятки, мм	710
Число двойных ходов за 1 мин	30—45
Производительность (для воды) за двойной ход, л	1,3
Напор наибольший, м вод. ст.	30
Высота всасывания наибольшая при температуре воды до 18 °С, м вод. ст.	4—5
Масса, кг	25

Таблица соотношений между некоторыми единицами физических величин, подлежащими изъятию, и единицами СИ

Наименование величины	Единица: подлежащая изъятию — наименование	подлежащая изъятию — обозначение	СИ — наименование	СИ — обозначение	Соотношение единиц
Сила; нагрузка, вес	килограмм-сила тонна-сила грамм-сила	кгс тс гс	ньютон	Н	1 кгс≈9,8 Н≈10 Н 1 тс≈$9{,}8\cdot10^3$ Н≈10 кН 1 гс≈$9{,}8\cdot10^{-3}$ Н≈10 мН
Линейная нагрузка	килограмм-сила на метр	кгс/м	ньютон на метр	Н/м	1 кгс/м≈10 Н/м
Поверхностная нагрузка	килограмм-сила на квадратный метр	кгс/м²	ньютон на квадратный метр	Н/м²	1 кгс/м²≈10 Н/м²
Давление	килограмм-сила на квадратный сантиметр миллиметр водяного столба миллиметр ртутного столба	кгс/см² мм вод. ст. мм рт. ст.	паскаль	Па	1 кгс/см²≈$9{,}8\cdot10^4$ Па≈10^5 Па≈≈0,1 МПа 1 мм вод. ст.≈9,8 Па≈10 Па 1 мм рт. ст.≈133,3 Па
Механическое напряжение Модуль продольной упругости; модуль сдвига; модуль объемного сжатия	килограмм-сила на квадратный миллиметр килограмм-сила на квадратный сантиметр	кгс/мм² кгс/см²	паскаль	Па	1 кгс/мм²≈$9{,}8\cdot10^6$ Па≈10^7 Па≈≈10 МПа 1 кгс/см²≈$9{,}8\cdot10^4$ Па≈10^5 Па≈≈0,1 МПа
Момент силы; момент пары сил	килограмм-сила-метр	кгс · м	ньютон-метр	Н · м	1 кгс · м≈9,8 Н · м≈10 Н · м
Работа (энергия)	килограмм-сила-метр	кгс · м	джоуль	Дж	1 кгс · м≈9,8 Дж≈10 Дж
Количество теплоты	калория килокалория	кал ккал	джоуль	Дж	1 кал≈4,2 Дж 1 ккал≈4,2 кДж
Мощность	килограмм-сила-метр в секунду лошадиная сила калория в секунду килокалория в час	кгс · м/с л. с. кал/с ккал/ч	ватт	Вт	1 кгс · м/с≈9,8 Вт≈10 Вт 1 л. с ≈735,5 Вт 1 кал/с≈4,2 Вт 1 ккал/ч≈1,16 Вт
Удельная теплоемкость	калория на грамм-градус Цельсия килокалория на килограмм-градус Цельсия	кал/(г · °С) ккал/(кг · °С)	джоуль на килограмм-кельвин	Дж/(кг · К)	1 кал/(г·°С)≈$4{,}2\cdot10^3$ Дж/(кг·К)==4,2 кДж/(кг · К) 1 ккал/(кг·°С)≈4,2 кДж/(кг·К)
Теплопроводность	калория в секунду на сантиметр-градус Цельсия килокалория в час на метр-градус Цельсия	кал/(с·см·°С) ккал/(ч·м·°С)	ватт на метр-кельвин	Вт/(м·К)	1 кал/(с·см·°С)≈420 Вт/(м · К) 1 ккал/(ч·м·°С)≈1,16 Вт/(м · К)
Коэффициент теплообмена (теплоотдачи); коэффициент теплопередачи	калория в секунду на квадратный сантиметр-градус Цельсия килокалория в час на квадратный метр-градус Цельсия	кал/(с·см²·°С) ккал/(ч·м²·°С)	ватт на квадратный метр-кельвин	Вт/(м² · К)	1 кал/(с·см²·°С)≈≈42 кВт/(м² · К) 1 ккал/(ч · м² · °С)≈≈1,16 Вт/(м² · К)